

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**



**SKRIPSI**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM  
OTOMATISASI PENENTUAN GOLONGAN KENDARAAN  
PADA PINTU MASUK JALAN TOL**

*Disusun Oleh :*

**Nama : Rizal Prakoso**

**N I M : 02.17.005**

**MARET  
2007**



## LEMBAR PERSETUJUAN



### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM OTOMATISASI PENENTUAN GOLONGAN KENDARAAN PADA PINTU MASUK JALAN TOL

#### SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*


Disusun Oleh :

**RIZAL PRAKOSO**

NIM : 0217005

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing

  
**Joseph Dedy Irawan, ST, MT.**

NIP. 132 315178

Mengetahui

  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**

  
**F. Yudi Limpraptono, MT)**

NIP.P 1039500274

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI T. ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2007**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Rizal Prakoso  
NIM : 02.17.005  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatisasi  
Penentuan Golongan Kendaraan Pada Pintu Masuk  
Jalan Tol

Dipertahankan dihadapan team penguji Skripsi jenjang Sarjana (S-1) pada :

Hari : Jum'at  
Tanggal : 16 Maret 2007  
Dengan Nilai : A (84,6) *84*



Ir. Mochtar Asroni, MSME  
NIP. Y. 1018100036

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

Sekretaris

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.  
NIP. Y. 1039500274

**ANGGOTA PENGUJI**

Penguji I

Ir. Widodo Pudji Mulvanto, MT.  
NIP. Y. 1028700171

Penguji II

DR. Cahyo Chrysdiyan, Msc.  
NIP. 1030400412

---

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM OTOMATISASI PENENTUAN GOLONGAN KENDARAAN PADA PINTU MASUK JALAN TOL

Rizal Prakoso

Konsentrasi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi  
Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

## Abstrak:

Perkembangan pembangunan dalam bidang transportasi saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat khususnya pada jalan tol. Jalan ini banyak sekali dilewati oleh pengendara yang tidak ingin terjebak oleh kemacetan dan ingin cepat sampai pada tujuan. Tarif untuk melewati jalan tol pun relatif murah sehingga pengendara cenderung memilih jalan tol sebagai jalan alternatif. Seperti yang kita ketahui untuk memasuki jalan tol, biasanya pengendara diberikan kartu golongan kendaraan oleh operator dipintu masuk jalan tol. Dan perlu diketahui pada kartu golongan kendaraan ini ada tiga jenis yaitu golongan I untuk jenis mobil sedan, jip, truk 3/4, dan jenis kendaraan pribadi lainnya, golongan II untuk jenis bus kecil dan truk kecil dan untuk golongan III yaitu jenis bus besar, truk besar dan truk gandeng. Kesemua kartu golongan tersebut harus diberikan oleh operator kepada pengendara sesuai dengan jenis kendaraanya. Dari permasalahan tersebut maka dibuat sebuah alat yang dapat mempermudah kerja operator, yaitu dengan membuat sistem penentuan golongan kendaraan secara otomatis.

Dengan memanfaatkan mikrokontroler AT89S51 sebagai pengontrol utama, infra merah sebagai sensor, buzzer sebagai media pendeteksian kartu yang akan segera habis, opto coupler sebagai pendeteksi apakah kartu yang keluar sudah diambil oleh pengendara atau belum, motor DC sebagai penggerak portal dan dot matrik sebagai penampil pesan kepada pengendara, ini diharapkan mampu untuk lebih mempermudah kerja dari operator.

**Kata Kunci:** *Infra Merah, Mikrokontroler, buzzer, Opto Coupler, motor DC, Dot Matrik*



## **KATA PENGANTAR**

Atas Berkah Rahmat Allah Yang Maha Kuasa, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul :

### **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM OTOMATISASI PENENTUAN GOLONGAN KENDARAAN PADA PINTU MASUK JALAN TOL”**

Pembuatan Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata-1 di Institut Teknologi Nasional Malang. Laporan Skripsi ini merupakan tanggung jawab tertulis atas ilmu pengetahuan yang didapat selama penyusunan mengikuti kuliah.

Atas terselesaikannya Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
- Bapak Ir.F.Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S1 / Elektronika.
- Bapak Joseph Dedy Irawan, ST, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.

- Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S1 / Elektronika.
- Bapak dan Ibu yang telah memberikan semangat dan doa.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak yang perlu disempurnakan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bilamana selama penyusunan Skripsi ini penyusun membuat kesalahan secara tidak sengaja dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
 <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi .....	3
1.6 Sistematika .....	4
 <b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Mikrokontroller AT89S51 .....	6
2.1.1 Struktur Memori AT89S51 .....	10
2.1.2 RAM Internal AT89S51 .....	11

2.1.3 Register Fungsi Khusus (Special Function Register) .....	13
2.1.4 Timer dan Counter dalam MCS51 .....	16
2.1.5 Komunikasi Data Serial .....	18
2.2 Komponen Pendukung Tampilan Dot Matrik .....	19
2.2.1 Dot Matrik .....	19
2.2.2 Dekoder Matrik LED .....	21
2.2.3 Register Geser 8 Bit Serial In Parallel Out (SIPO) .....	21
2.3 Sensor Infra Merah .....	25
2.3.1 (Light Emitting Dioda) Infra Merah .....	27
2.3.2 Photodioda.....	28
2.4 Transistor .....	29
2.4.1 Daerah Kerja Transistor .....	29
2.5 Motor DC .....	32
2.5.1 Cara Kerja Motor DC.....	33
2.5.2 Pengendali Arah Putaran Motor DC .....	35
2.6 H-Bridge .....	36
2.7 IC LM567.....	37
2.8 Optocoupler.....	39
2.9 Buzzer.....	42

### **BAB III. METODOLOGI PERANCANGAN**

3.1 Perencanaan Blok Diagram Alat .....	43
3.1.1 Blok Diagram Alat Pada Mikrokontroler I .....	43
3.1.2 Blok Diagram Alat Pada Mikrokontroler II .....	45

3.2 Perencanaan Penempatan Sensor Panjang Pada Jalan Tol .....	46
3.3 Perencanaan Box Kartu.....	48
3.4 Mikrokontroler .....	49
3.5 Rangkaian Sensor.....	52
3.5.1 Rangkaian Sensor Infra Merah.....	52
3.5.2 Rangkaian Optocoupler.....	53
3.6 Rangkaian Driver Motor DC.....	55
3.6.1 Rangkaian Driver Motor DC Pada Portal Masuk Dan Keluar .....	55
3.6.2 Rangkaian Driver Motor DC Pada Box Kartu .....	57
3.7 Rangkaian Lampu Portal .....	59
3.8 Rangkaian Buzzer .....	60
3.9 Dot Matrik .....	61
3.10 Perancangan Perangkat Lunak .....	63
3.10.1 Flow Chart.....	63

#### **BAB IV. PENGUJIAN ALAT**

4.1 Pengujian Sistem .....	67
4.2 Pengujian Rangkaian Driver Motor DC Pada Portal .....	69
4.3 Pengujian Rangkaian Driver Motor DC Pada Box Kartu .....	71
4.4 Pengujian rangkaian Lampu Indikator Portal.....	73
4.5 Pengujian Rangkaian Infra Merah.....	74
4.6 Pengujian Rangkaian Driver Optocoupler .....	77
4.7 Pengujian Rangkaian Driver Buzzer .....	78
4.8 Pengujian Dot Matrik .....	80

4.9 Pengujian Perangkat Lunak.....	82
4.9.1 Pengujian Program Assembly .....	82
4.10 Foto Alat.....	83

## **BAB V. PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	84
5.2 Saran .....	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Pin dari AT89S51 .....	7
Gambar 2.2 Alamat RAM Internal dan Flash PEROM .....	11
Gambar 2.3 Peta Memori dan Special Function Register .....	13
Gambar 2.4 Konsep dasar Timer/Counter Sebagai Sarana Input .....	17
Gambar 2.5 Display Dot Matrik.....	20
Gambar 2.6 Diagram Detail Register Geser 8 Bit SN74HC164.....	22
Gambar 2.7 Konfigurasi Kaki-kaki SN74HC164 .....	23
Gambar 2.8 Spektrum Cahaya dan Respon Mata Manusia.....	25
Gambar 2.9 Dioda Infra Merah.....	27
Gambar 2.10 Photodioda.....	28
Gambar 2.11 Simbol Transistor NPN dan PNP .....	29
Gambar 2.12 Rangkaian Bias Basis .....	30
Gambar 2.13 Karakteristik Transistor .....	31
Gambar 2.14 Garis-garis Medan Magnet Disekitar Arus Listrik Pada Kawat Lurus .....	32
Gambar 2.15 Kaidah Tangan Kanan.....	33
Gambar 2.16 Cara Kerja Motor DC .....	33
Gambar 2.17 Sebuah Motor DC.....	35
Gambar 2.18 Pengendali Arah Putaran Motor DC.....	35
Gambar 2.19 Rangkaian H-Bridge.....	36
Gambar 2.20 Konfigurasi Kaki-kaki LM567.....	37
Gambar 2.21 Rangkaian Infra Merah.....	38

Gambar 2.22 Optocoupler .....	40
Gambar 2.23 Optocoupler .....	41
Gambar 3.1 Diagram Alat Pada Mikrokontroler I .....	43
Gambar 3.2 Diagram Alat Pada Mikrokontroler II .....	45
Gambar 3.3 Kondisi Pintu Masuk Jalan Tol Ketika Tidak Dilalui Kendaraan.....	46
Gambar 3.4 Kondisi Pintu Masuk Jalan Tol Ketika Dilalui Mobil Pribadi .....	46
Gambar 3.5 Kondisi Pintu Masuk Jalan Tol Ketika Dilalui Bus .....	47
Gambar 3.6 Kondisi Pintu Masuk Jalan Tol Ketika Dilalui Truk.....	47
Gambar 3.7 Kondisi Pintu Masuk Jalan Tol Ketika Dilalui Truk Gandeng .....	47
Gambar 3.8 Kondisi Box Kartu Ketika Belum Terisi Kartu.....	48
Gambar 3.9 Kondisi Box Ketika Telah Terisi Kartu .....	49
Gambar 3.10 Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 I .....	50
Gambar 3.11 Rangkaian Mikrokontroler AT889S51 II .....	51
Gambar 3.12 Rangkaian Sensor Infra Merah.....	52
Gambar 3.13 Rangkaian Optocoupler.....	53
Gambar 3.14 Rangkaian Driver Motor DC Pada Portal Masuk Dan Keluar .....	55
Gambar 3.15 Rangkaian Driver Motor Pada Box Kartu.....	57
Gambar 3.16 Rangkaian lampu Portal .....	59
Gambar 3.17 Rangkaian Buzzer.....	60
Gambar 3.18 Rangkaian Driver Dot Matrik.....	62
Gambar 4.1. Pengukuran Tegangan Pada Motor Portal Masuk .....	69
Gambar 4.2a. Tegangan Output Mikrokontroler (Low) .....	70
Gambar 4.2b Tegangan Output Mikrokontroler (high).....	70
Gambar 4.3. Rangkaian Pengukuran Tagangan Pada Box Kartu .....	71



Gambar 4.4a Tegangan Output Mikrokontroler (low) .....	72
Gambar 4.4b Tegangan Output Mikrokontroler (high).....	72
Gambar 4.5. Rangkaian Pengukuran Tegangan Dan Arus Pada lampu Indikator Portal .....	73
Gambar 4.6. Tampilan Tegangan Output Pada rangkaian Lampu Portal .....	74
Gambar 4.7. Rangkaian Pengukuran Tegangan Pada Sensor Infra Merah .....	75
Gambar 4.8 Tampilan Tegangan Output pada Rangkaian Infra Merah Pada Saat Tidak Terhalangi .....	76
Gambar 4.9 Bentuk Gelombang Dari Rangkaian Driver Infra Merah .....	76
Gambar 4.10 Rangkaian Pengukuran Tegangan Pada Optocoupler .....	77
Gambar 4.11 Tampilan Tegangan Output Pada Saat Optocoupler Tidak Terhalang .....	78
Gambar 4.12 Rangkaian Pengukuran Tegangan pada Driver Buzzer.....	79
Gambar 4.13 Tampilan Tegangan Output Pada Saat Buzzer Berbunyi .....	80
Gambar 4.14 Rangkaian Pengujian Dot Matrik .....	81

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Keluarga MCS51 .....	7
Tabel 2.2 Fungsi – Fungsi Khusus Port 3 .....	8
Tabel 2.3 Tabel Kebenaran IC SN74HC164.....	24
Tabel 2.4 Spektrum gelombang Elektromagnetik.....	26
Tabel 2.5 Cara Kerja Rangkaian H-Bridge .....	36
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Sensor Penggolongan Kendaraan dan Motor Box Kartu .....	68
Tabel 4.2. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC Pada Portal .....	70
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Arus Pada Transistor.....	71
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Rangkaian Driver Motor Pada Box Kartu .....	72
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Arus.....	72
Tabel 4.6 Hasil Perbandingan Antara Pengukuran dan Perhitungan Rangkaian LED .....	74
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Infra Merah.....	75
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Frekuensi .....	76
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Optocoupler.....	78
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Buzzer.....	79
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Arus.....	80

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan dalam bidang transportasi sekarang ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Salah satunya adalah jalan tol, jalan ini banyak sekali dilalui oleh orang-orang yang tidak ingin terjebak oleh kemacetan dan ingin cepat sampai pada tempat tujuan. Tarif untuk melewati jalan tol pun relatif murah sehingga orang cenderung memilih jalan tol sebagai jalur alternatif.

Karena banyaknya pengguna jalan tol itulah menuntut pihak pengelola jalan tol untuk menerapkan sistem-sistem guna mempermudah kerja mereka, salah satunya adalah pengelompokan atau penggolongan kendaraan untuk membedakan jumlah pembayaran bagi kendaraan yang akan melewati jalan tol. Untuk membedakan jenis golongan kendaraan ini biasanya operator memberikan kartu golongan kendaraan di pintu masuk jalan tol. Misalnya golongan I untuk jenis mobil sedan, jip, truk 3/4 dan jenis kendaraan pribadi lainnya, golongan II untuk jenis kendaraan bus kecil dan truk kecil dan golongan III untuk jenis bus besar, truk besar dan truk gandeng.

Seiring dengan berkembangnya teknologi yang semakin maju dan daya kreativitas manusia, sistem tersebut dapat lebih dioptimalkan lagi dengan cara memperbaiki pada sistem loket yang biasanya dilakukan oleh operator. Dengan perkembangan mikrokontroller diharapkan penyerahan kartu golongan kendaraan pada loket jalan tol dapat digunakan secara maksimal.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Perkembangan teknologi menuntut adanya inovasi untuk menciptakan alat yang dapat mempermudah kerja manusia. Sistem pintu masuk jalan tol yang diketahui selama ini masih menggunakan operator untuk memberikan kartu golongan kendaraan kepada pengendara yang akan melewati jalan tol.

Berdasarkan uraian di atas, maka kami berpendapat bahwa sebaiknya penyerahan kartu golongan kendaraan dapat dilayani secara otomatis tanpa melibatkan operator.

Rumusan yang dapat diambil dari masalah di atas adalah:

1. Bagaimana cara membedakan jenis golongan kendaraan berdasarkan panjang kendaraan.
2. Bagaimana cara menyerahkan kartu golongan kendaraan kepada pengguna jalan tol secara otomatis

## **1.3. Tujuan**

Tujuan dari pembuatan alat penyerah kartu golongan kendaraan pada pintu masuk jalan tol adalah:

1. Pengaplikasian atau penggunaan sensor sebagai alat pendeteksi kendaraan yang akan memasuki jalan tol.
2. Penggunaan mikrokontroller sebagai pengontrol atau pemroses data dari semua input yang menjadi intruksi-intruksi sebagai output dari system.
3. Mempermudah pelayanan petugas loket jalan tol untuk menyerahkan kartu golongan kendaraan pada pintu masuk jalan tol.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Didalam penulisan laporan skripsi ini, agar pembahasan masalah sesuai dengan yang diinginkan dan tidak menyimpang dari apa yang semula dirumuskan, maka penulis menyertakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Mikrokontoller AT89S51 sebagai unit utama proses pengolah data inputan dari sensor, selanjutnya data hasil pengolahan dapat dilihat dari keluarnya kartu secara otomatis.
2. Kartu yang keluar adalah kartu menurut jenis kendaraan yang lewat. Golongan I yaitu sedan, jip, truk  $\frac{3}{4}$ , mini bus, golongan II yaitu bus kecil dan truk kecil, golongan III yaitu bus besar, truk besar dan truk gandeng.
3. Alat ini hanya prototype.
4. Tidak membahas secara detail tentang motor dan catu daya.

#### **1.5. Metodologi**

Metode yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan laporan skripsi ini adalah :

##### **1. *Study Literature***

Dengan mempelajari teori serta aplikasi dari sensor dan Mikrokontoler sebagai pendeteksi dan sebagai pengolah data sehingga dapat digunakan atau diaplikasikan dalam kehidupan manusia seperti dalam mempermudah pekerjaan petugas dalam pemberian kartu tanda masuk jalan tol.

## **2. *Field Research***

Melakukan percobaan dan membandingkan data hasil percobaan dengan kondisi sebenarnya di lapangan yang merupakan data primer sebagai pembuktian kebenaran dari data sekunder hasil studi literature.

## **3. Merancang dan membuat perangkat keras dan perangkat lunaknya.**

- 1) Membuat gambaran umum
- 2) Analisa kebutuhan, baik kebutuhan perangkat keras maupun perangkat lunak.
- 3) Perancangan alat
  - a) Pembuatan diagram
  - b) Penentuan data flow diagram
  - c) Membuat blok diagram
  - d) Membuat rancangan fisik alat yang dibuat
  - e) Membuat rancangan software
- 4) Membuat alat sesuai dengan rancangan yang dibuat.
4. Ujicoba terhadap alat yang telah di buat.
5. Menyusun laporan skripsi.

## **1.6. Sistematika**

Adapun sistematika dari penyusunan laporan skripsi ini adalah :

### **BAB I      PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang belakang, rumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah, metodologi penulisan, serta sistematika penyusunan dan pembuatan alat.

## **BAB II    LANDASAN TEORI**

Berisi tentang teori – teori dasar yang memiliki relevansi sebagai dasar perencanaan dan pembuatan.

## **BAB III   PERENCANAAN DAN PEMBUATAN**

Berisi tentang perencanaan hardware dan software.

## **BAB IV   PENGUJIAN ALAT**

Berisi tentang data hasil pengujian peralatan yang telah dibuat secara keseluruhan.

## **BAB V    PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran dari tugas akhir ini

## BAB II

### LANDASAN TEORI

Untuk dapat memahami alat yang akan dirancang ini maka dalam bab II ini akan dijelaskan mengenai teori dasar yang berkaitan dengan sistem ini, diantaranya meliputi: Mikrokontroler AT89S51, sensor-sensor yang digunakan, display dot matrik, potensio motor dan komponen pendukung lainnya.

#### 2.1. Mikrokontroler AT 89S51

Mikrokontroler AT89S51 merupakan salah satu rangkaian terintegrasi (*Intregated Circuits*) mikrokontroler yang tergabung dalam keluarga MCS-51. Beberapa fitur yang terdapat pada mikrokontroler ini ialah sebagai berikut :

1. 4 buah I/O (*input/output*) port 8 bit.
2. 4 Kbyte memori program (*Flash EEPROM*).
3. 128 byte RAM internal.
4. 2 buah *timer* 16 bit.
5. 64 kbyte maksimum eksternal *memory address*.
6. 210 bit *addressable memory location*.
7. Terdapat *interface* untuk komunikasi serial.

Keluarga IC MCS-51 memiliki beberapa jenis IC mikrokontroler seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut :



Tabel 2.1 Tabel Keluarga MCS-51

Nomor seri	Memori program internal(Flash EEPROM)	Memori data internal (RAM)	Timer
8051	4 k byte ROM	128 bytes	2
8031	-	128 bytes	2
8751	4 k byte EPROM	128 bytes	2
8052	8 kbyte Rom	256 bytes	3
8032	-	256 bytes	3
8752	8 kbyte EPROM	256 bytes	3
89c51	4 k byte EEPROM	128 bytes	2

Sumber : Tjatur , 2001

Susunan pin pada mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut :



Gambar . 2.1

Susunan pin dari AT89S51

Sumber: Tjatur, 2001

#### Keterangan Pin mikrokontroler AT89S51

##### 1. Port 0 : Port dua fungsi.

Dalam perancangan konvensional Port ini hanya digunakan sebagai port I/O serbaguna, namun dalam sistem yang melibatkan memori eksternal port ini dapat digunakan secara bergantian sebagai port data maupun alamat (A0-A7).

##### 2. Port 1 : Port I/O serba guna

##### 3. Port 2 : Port dua fungsi.

Fungsinya sama dengan port 0, namun pada penggunaan memori eksternal, port ini digunakan untuk *bus* alamat *high* (A8-A15).

##### 4. Port 3 : Port dua fungsi.

Selain dapat digunakan sebagai port I/O serbaguna dapat pula digunakan untuk fungsi-fungsi khusus lainnya seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut:

**Tabel 2.2 Tabel Fungsi-fungsi khusus port 3**

Bit	Nama pin	Alamat bit	Fungsi alternatif
P3.0	RXD	B0H	Comm serial receiver
P3.1	TXD	B1H	Comm serial tranceiver
P3.2	INT 0	B2H	Eksternal interrupt 0
P3.3	INT 1	B3H	Eksternal interrupt 1

P3.4	T 0	B4H	Eksternal Timer /Counter Input 0
P3.5	T 1	B5H	Eksternal Timer /Counter Input 1
P3.6	WR	B6H	Eksternal memori write enable
P3.7	RD	B7H	Eksternal memori read enable

Sumber : Tjatur , 2001

#### 5. PSEN (*Program store enable*)

Merupakan sebuah sinyal *output* yang berfungsi sebagai kontrol dalam membaca program maupun kode dari memori eksternal. Biasanya pin ini dihubungkan dengan *output enabel* dari EPROM. Jika program yang dieksekusi berasal dari memori internal maka Pin ini akan berada pada kondisi tidak aktif (*high*).

#### 6. ALE (*Address Latch Enable*)

Sinyal *output* ALE berfungsi dalam memisahkan waktu pengiriman data dengan alamat dalam penggunaan memori eksternal. Sinyal ALE membangkitkan pulsa sebesar 1/6 frekuensi oscilator. ALE hanya akan aktif pada saat mengakses memori eksternal.

#### 7. EA (Eksternal akses)

Jika Pin EA diberi logika rendah maka mikrokontroler akan mengakses memori program eksternal. Sebaliknya jika Pin EA diberi logika tinggi,

mikrokontroler akan mengakses memori program internal. Pin ini juga dipakai sebagai tegangan pemrograman EPROM atau *Flash Memori Internal*.

#### 8. RST (Reset)

Pin ini berfungsi untuk mereset logika program dari awal. Biasanya untuk penggunaan *Power on reset*, sebuah resistor *pul-lup* ke VCC dan sebuah kapasitor yang terhubung ke *ground* dihubungkan pada pin ini.

#### 9. Oscillator

*Oscillator* pada mikrokontroler ini diatur oleh besarnya nilai X'tal yang terhubung pada pin 18 dan pin 19. Besar nilai X'tal sekitar 12 Mhz.

#### 10. Power

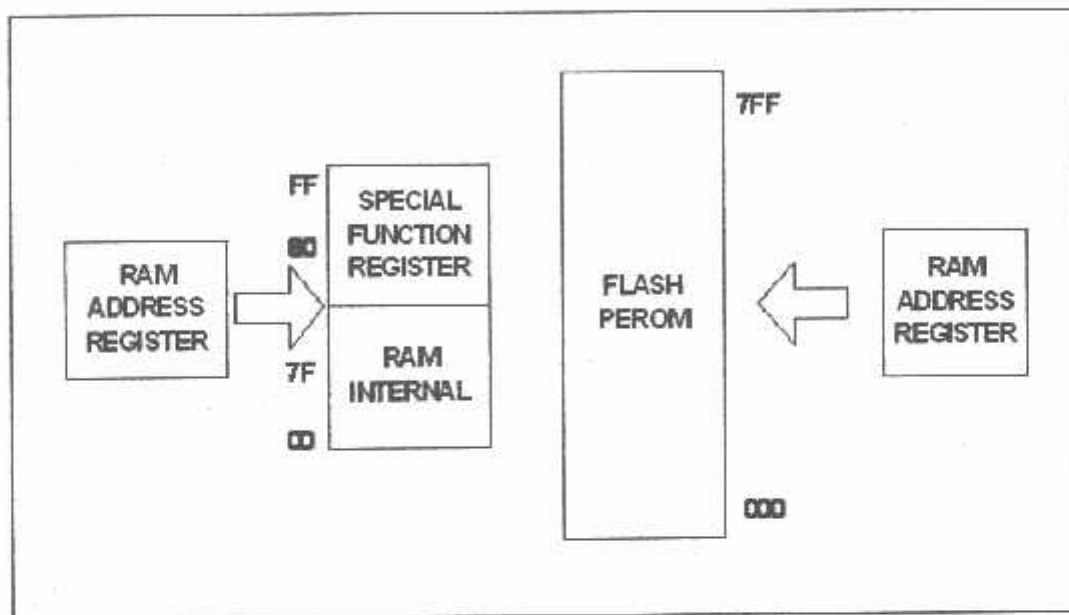
AT89S51 memerlukan tegangan catu sebesar 5 V DC pada pin 40 dan 0 V (*ground*) sebagai titik acuan pada pin 20.

### 2.1.1. Struktur Memory AT 89S51

Memori yang ada pada AT89S51 terdiri atas : (1) RAM Internal, memori sebesar 128 byte biasa difunakan untuk menyimpan variable atau data yang bersifat sementara. (2) *Special Function Register*(Register Fungsi Khusus), memori ini berisi register-register yang mempunyai fungsi-fungsi khusus yang disediakan oleh mikrokontroler tersebut seperti timer, serial dan lain-lain. (3) *Flash PEROM*, memori yang digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi dalam AT89S51.

Dalam bukunya Paulus Andi Nalwan (2003) menyatakan: "AT89S51 mempunyai struktur memori yang terpisah antara RAM internal dan *Flash PEROM*-nya". RAM Internal dialamati oleh *RAM Address Register* (Register Alamat RAM)

sedangkan *Flash* PEROM dialamati oleh *Program Address Register* (Register Alamat Program). Dengan adanya struktur memori yang terpisah tersebut, maka walaupun RAM Internal dan *Flash* PEROM memiliki alamat yang sama yaitu alamat 00, namun secara fisiknya kedua memori tersebut tidak saling berhubungan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar. 2.2

#### Alamat RAM Internal dan *Flash* PEROM

Sumber : Nalwan ; 2003

#### 2.1.2. RAM Internal

RAM Internal pada AT89S51 terdiri atas :

##### 1. Register Banks

AT89S51 mempunyai delapan buah register , terdiri dari R0-R7. Kedelapan buah register ini selalu terletak pada alamat 0011-07H saat sistem direset.

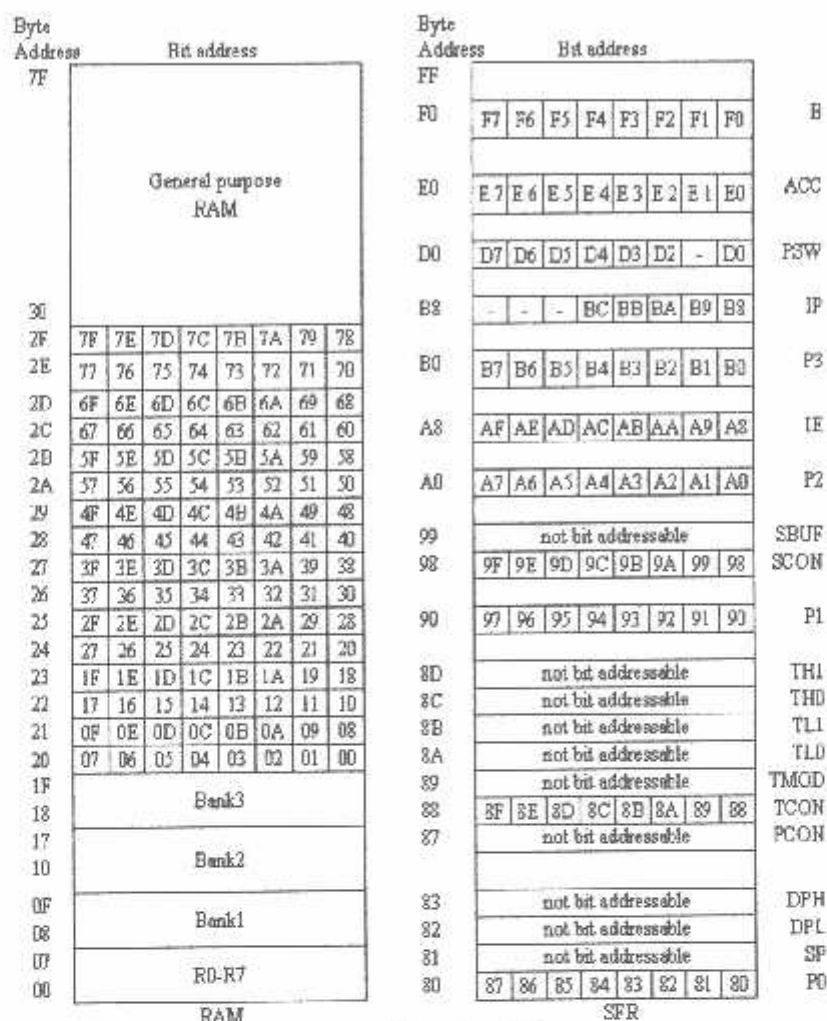
## 2. Bit Addressable RAM

RAM pada alamat 20H-2FH dapat diakses secara pengalamatan bit (*bit addressable*) sehingga hanya dengan sebuah instruksi saja setiap bit dalam area ini dapat diset, clear, AND dan OR.

## 3. *General purpose RAM* (RAM Keperluan Umum)

RAM ini dimulai pada alamat 30H-7FH yang dapat diakses dengan pengalamatan langsung maupun pengalamatan tak langsung. Pengalamatan langsung dilakukan ketika salah satu operand merupakan bilangan yang menunjukkan lokasi yang dialamati. Sedangkan pengalamatan secara tak langsung pada lokasi RAM Internal ini yaitu akses data dari memori ketika alamat memori tersebut tersimpan dalam suatu register R0 atau R1. Register R0 dan R1 merupakan dua buah register pada mikrokontroler AT89S51 yang dapat digunakan sebagai pointer dari sebuah lokasi memori pada RAM Internal.

Untuk gambar peta memori RAM dan *Special Function Register* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3

### Peta memori dan special function register

Sumber : Nalwan ; 2003

#### 2.1.3. Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*)

AT89S51 memiliki 21 *Special Function Register* (Register Fungsi Khusus).

Terletak pada alamat 80H-FFH (lihat Gambar 2.5). Beberapa dari register-register ini

dapat dialamati dengan pengalamatan bit. Berikut ini adalah register-register yang ada pada *Special Function Register*.

1. Akumulator

Register ini terletak pada alamat E0H, fungsinya yaitu untuk operasi aritmatik dan operasi logika serta untuk pengiriman data ke memori eksternal.

2. Port I/O

AT89S51 memiliki empat buah port, yaitu port 0, port 1, port 2 dan port 3 terletak pada alamat 80H, 90H, A0H dan B0H. Namun jika digunakan kita menggunakan eksternal memori ataupun fungsi-fungsi spesial seperti *external interrupt*, serial ataupun *external timer*, port 0, port 2 dan port 3 tidak dapat digunakan sebagai port dengan fungsi umum. Untuk itu disediakan port 1 yang dikhususkan untuk port dengan fungsi umum (Nalwan : 10).

3. PSW (Program Status Word)

Program Status Word atau PSW terletak pada alamat D0H (gambar 2.5).

4. Register B

Dipakai bersama-sama dengan akumulator untuk proses aritmatik, register ini berfungsi juga register biasa, sifatnya *bit addressable*.

5. Stack Pointer

Merupakan sebuah register 8 bit, terletak pada alamat 81H, berisi alamat dari data yang disimpan di-*stack*. *Stack pointer* dapat diedit atau dibiarkan saja mengikuti standar sesudah terjadi reset (Nalwan : 14).

Instruksi-instruksi yang biasa dipakai adalah *push*, *POP*, *Acsl* dan *Lcall*.



## 6. Data Pointer

Data pointer (DPTR) merupakan register 16 bit dan terletak pada alamat 82H untuk DPL dan 83H untuk DPH. Berfungsi untuk mengakses *source code* ataupun data yang terletak di memori eksternal. Sebagai contoh lihat *listing* program dibawah ini :

```
Mov  A,#01H
Mov  DPTR,#2000H
Mov  @DPTR,A
```

*Listing* diatas berfungsi untuk menuliskan data 01H kealamat 2000H, langkahnya pertama data diisikan ke akumulator kemudian DPTR yang berfungsi untuk menunjukkan alamat penyimpanan data diisi dengan 2000H. kemudian isi data dari akumulator akan disimpan ke lokasi memori yang ditunjuk oleh DPTR.

## 7. Register Timer

AT89S51 terdiri dari dua buah 16 bit Timer/counter, yaitu Timer 0 dan Timer 1. Timer terletak di alamat 8AH untuk TL0 dan 8CH untuk TH0 dan Timer 1 terletak di alamat 8BH untuk TL1 dan 8DH untuk TH1.

## 8. Register Port Serial

Dalam AT89S51 terdapat sebuah *on chip serial port* (Port Serial di dalam keeping), berfungsi untuk berkomunikasi dengan peralatan lain yang menggunakan serial port juga seperti modem, *shift* register dan lain-lain.

*Buffer* (penyangga) dalam proses komunikasi terletak pada register SBUF di alamat 99H, sedangkan untuk mengatur mode serial dapat dilakukan dengan mengubah isi dari SCON yang terletak pada alamat 98H.

## 9. Register Interupsi

AT89S51 memiliki lima buah interupsi dengan dua level prioritas interupsi. Interupsi ini selalu nonaktif setiap sistem dalam AT89S51 di reset. Register-register yang berhubungan dengan *interrupti* adalah *interrupt enable register* (IE) atau register pengaktif interupsi terletak pada alamat A8H, berfungsi untuk mengatur aktifnya tiap-tiap *interrupt* dan yang terakhir adalah *interrupt priority register* (IP) atau register prioritas interupsi terletak pada alamat B8H.

## 10. Register Kontrol Power

Register ini terdiri atas SMOD, berfungsi untuk melipat dua *baud rate* dari port serial, dua buah bit untuk *flag* fungsi umum pada bit ketiga dan bit kedua, *power down* (PD) bit dan *Idle* (IDL) bit. pada *mode idle* hubungan antara CPU (*central processing unit*) dan internal *clock* terputus, tapi port tetap pada kondisi terakhir, ALE dan PSEN menjadi *high*, timer masih tetap bekerja. Mode *idle* berakhir padasaat terjadi interupsi, reset ataupun kondisi-konsisi lain yang me-reset IDL bit.

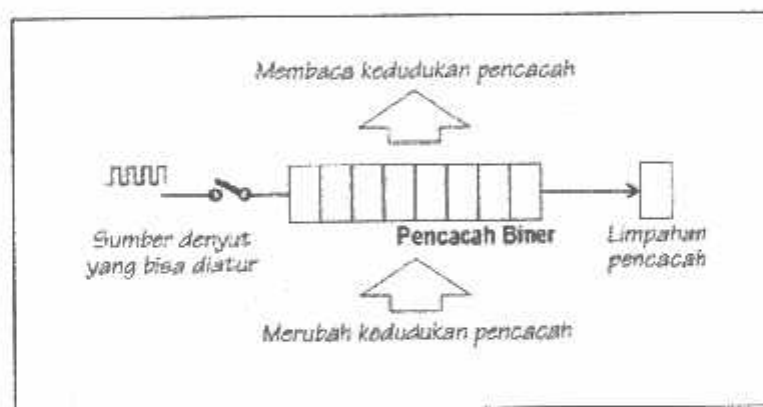
### 2.1.4 Timer dan Counter dalam MCS51

*Timer* dan *Counter* merupakan sarana *input* yang kurang dapat perhatian pemakai mikrokontroler, dengan sarana *input* ini mikrokontroler dengan mudah bisa dipakai untuk mengukur lebar pulsa, membangkitkan pulsa dengan lebar yang pasti, dipakai dalam pengendalian tegangan secara PWM (*Pulse Width Modulation*) dan sangat diperlukan untuk aplikasi *remote control* dengan infra merah. Dalam mikrokontroler AT89S51 terdapat dua buah timer yaitu Timer 0 dan Timer 1, keduanya berfungsi sebagai *counter* maupun *timer*.

Pada dasarnya sarana *input* yang satu ini merupakan seperangkat pencacah biner (*binary counter*) yang terhubung langsung ke saluran-data mikrokontroler, sehingga mikrokontroler bisa membaca kedudukan pancacah, bila diperlukan mikrokontroler dapat pula merubah kedudukan pencacah tersebut.

Seperti layaknya pencacah biner, bilamana sinyal *clock* (denyut) yang diumpankan sudah melebihi kapasitas pencacah, maka pada bagian akhir rangkaian pencacah akan timbul sinyal limpahan, sinyal ini merupakan suatu hal yang penting sekali dalam pemakaian pencacah. Terjadinya limpahan pencacah ini dicatat dalam sebuah *flip-flop* tersendiri.

Di samping itu, sinyal *clock* yang diumpankan ke pencacah harus bisa dikendalikan dengan mudah. Hal-hal di atas diringkas dalam Gambar 2.4



Gambar 2.4

#### Konsep dasar Timer/Counter sebagai sarana input

*Sumber ; Suthanto , 2001*

Sinyal *clock* yang diumpankan ke pencacah bisa dibedakan menjadi 2 macam, yang pertama sinyal *clock* dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya dan yang kedua adalah sinyal *clock* dengan frekuensi tidak tetap.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai *timer*, karena keadaan pencacah tersebut setara dengan waktu yang bisa ditentukan dengan pasti.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi yang tidak tetap, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai *counter*, keadaan pencacah tersebut hanyalah menyatakan banyaknya pulsa yang sudah diterima pencacah.

Rangkaian pencacah biner yang dipakai, bisa merupakan pencacah maju (*up-counter*) ataupun pencacah mundur (*down-counter*).

*Timer/counter* sebagai sarana *input* banyak dijumpai dalam mikrokontroler, misalnya mikrokontroler keluarga MCS51, mikrokontroler ini memiliki *timer/counter* di dalam *chip* sebagai sarana *input*.

### 2.1.5 Komunikasi Data Serial

Untuk komunikasi data serial AT89S51 dilengkapi dengan *on chip serial port* (Port Serial di dalam *keeping*), sistemnya secara *full duplex* sehingga port serial ini masih dapat menerima data pada saat proses pengiriman data terjadi (Nalwan; 39). Saat proses pengiriman ataupun penerimaan data AT89S51 menggunakan SBUF sebagai penyangga (*buffer*), SBUF ini letaknya pada alamat 99H, sehingga jika AT89S51 sedang melakukan proses pembacaan data pertama sedangkan data yang kedua belum diterima secara penuh maka data ini tidak akan hilang.

SBUF terdiri atas dua buah register yang terletak di alamat yang sama yaitu 99H, kedua register tersebut adalah *transmite register* sifatnya *write only* (hanya dapat ditulis) dan *receive register* sifatnya *read only* (hanya dapat dibaca).

Sistem kerjanya yaitu saat proses penerimaan data dari port serial, data yang masuk ke dalam port serial akan ditampung pada *receive register* dulu, kemudian diteruskan ke jalur *bus* internal pada saat pembacaan register SBUF. Sedangkan saat pengiriman data ke port serial data yang dituliskan dari *bus* internal ditampung pada *transmite register* dulu sebelum dikirim ke port serial.

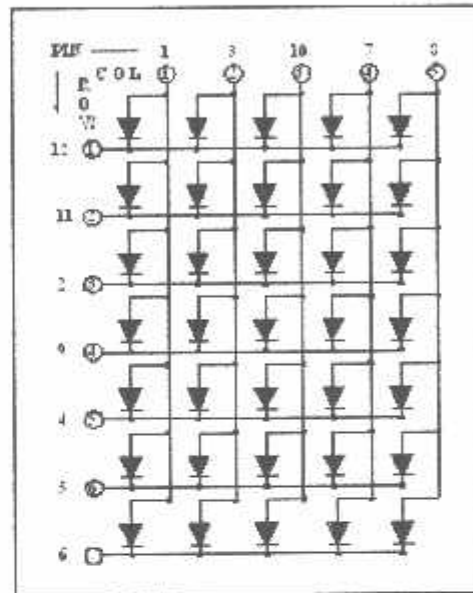
Komunikasi data serial dalam AT89S51 dibagi menjadi dua, yaitu (1) komunikasi sinkron dan (2) komunikasi data asinkron. Pada komunikasi data serial secara sinkron membutuhkan sinyal clock untuk sinkronisasi data, sinyal clock tersebut akan terpicu pada setiap bit pengiriman data. Sedangkan pada komunikasi data serial secara asinkron tidak memerlukan sinyal clock sebagai sinkronisasi data, tapi memakai *start bit* dan *stop bit* untuk menandai awal dan akhir dari pengiriman/penerimaan data dengan *baud rate* sebagai pemicunya. *Baud rate* ini dibangkitkan oleh bagian pengirim maupun penerima dengan frekuensi yang sama.

## **2.2. Komponen Pendukung Tampilan Dot Matrik**

### **2.2.1. Dot matrik**

Piranti dot matrik mempunyai sejumlah besar cahaya yang berbentuk seperti titik. Untuk menghidupkan sebuah LED dalam matrik ini, harus menerapkan tegangan dalam anodanya dan menggroundkan katodanya. Dengan mencrapkan tegangan lebih dari sebuah kolom dan menggroundkan lebih dari satu baris, maka

dapat memperagakan setiap angka desimal, setiap huruf abjad, serta berbagai lambang lain. Tampilan matrik titik (*dot matrik*) terdiri dari sejumlah LED yang disusun pada baris dan kolom. Susunan yang terdapat di pasaran adalah matrik 5x7 titik, 5x8, dan 16x16 titik. Pada tampilan yang dipergunakan adalah tampilan 5x7 titik, seperti pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2.5**

### **Display Dot Matrik**

*Sumber : [www.sof-optoelectronic.com](http://www.sof-optoelectronic.com)*

Matrik 5x7 titik mampu menyajikan karakter alfanumerik yang lengkap. Proses pembangkitan karakter antara lain melibatkan proses *scanning* baris dan kolom, memilih LED yang tepat pada baris atau kolom, dan menyalakanya. Proses ini diulang untuk baris berikutnya. Setelah semua baris atau kolom yang dipilih dengan urutan tertentu, proses di atas akan diulangi mulai dari baris paling atas atau kolom pertama.

Jika frekuensi *scanning* cukup cepat (sekitar 100 Hz), maka akan diperoleh karakter bebas kedip. Jika matrik di-*scan* dari kiri ke kanan, kolom demi kolom, disebut *vertical scanning*. Jika dilakukan baris demi baris, disebut *horizontal scanning*.

### 2.2.2. Dekoder Matrik LED

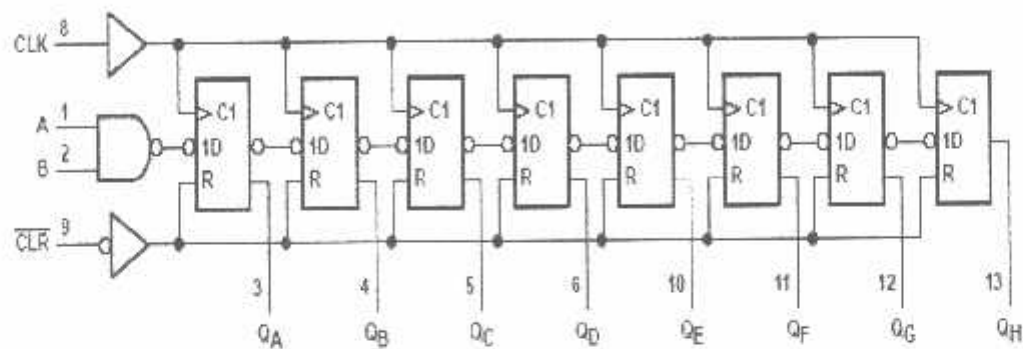
Untuk menyalakan huruf alfanumerik dengan pembacaan dot matik, LED yang dibutuhkan tidak dinyalakan serentak. Sebagai contoh , pada gambar 2.5 dimulai dengan mengruondkan baris pertama dan memasang tegangan pada kolom vertikal yang sesuai. Setelah itu, baris LED kedua digroundkan dan tegangan dipasang pada kolom-kolom tertentu. Hal ini akan dilanjutkan pada baris-baris berikutnya dan akan diulang lagi. Bila proses ini diulang secara cepat suatu alfanumerik akan tampil tanpa kedipan.

Rangkaian yang menjalankan matrik LED cukup rumit karena harus melakukan proses *scanning* baris-baris horizontal dan pada saat yang sama memasang tegangan pada kolom yang sesuai. Secara umum pencacah lingkaran (*ring counter*) melakukan *scan* pada baris horizontal, sedangkan memori berisi data kolom LED yang nyala memberikan tegangan pada kolom-kolom vertikal.

### 2.2.3. Register Geser 8 Bit *Serial In Parallel Out* (SIPO)

Bagian ini akan merinci salah satu dari sekian banyak register geser, yaitu register yang masuknya seri dan keluaranya parallel 8 bit. IC yang digunakan adalah IC SN74HC164 yang merupakan register 8 bit yang terpicu sentuh dengan masukan

serial. Semua keluaran parallel tersedia atas setiap *flip-flop D internal*. Diagram rinci tersedia dalam Gambar 2.6, memperlihatkan penggunaan delapan *flip-flop D internal*, masing-masing dengan keluaran data paralelnya (QA sampai QB).



Gambar 2.6

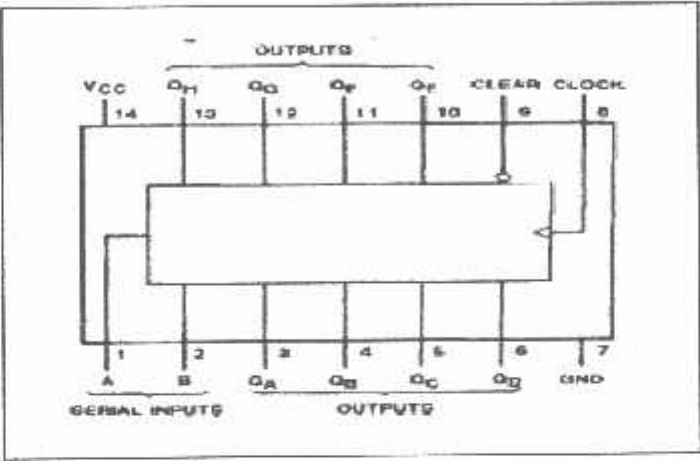
Diagram Detail Register Geser 8 Bit SN74HC164

Sumber : Datasheet SN74HC164

IC SN74HC164 terlihat memiliki sebuah masukan serial. Data dimasukkan secara serial melalui salah satu dari dua masukan (A dan B). perhatikan dalam gambar 2.6, kedua masukan (A dan B) di NAND-kan. Kedua masukan ini bisa digabung menjadi satu masukan atau bisa juga salah satu ditentukan sebagai logika tinggi, sedangkan yang satu lagi untuk pemasukan data. Masukan data pengatur ulang utama *clear* untuk ICSN74HC164 merupakan input aktif rendah. Dalam tabel kebenaran (Tabel 2.3) memperlihatkan bahwa bila diaktifkan, masukan *clear* akan mematikan semua



input yang lainnya, dan mengembalikan semua *flip-flop* ke 0. IC SN74HC164 menggeser data satu tempat ke kanan dalam setiap peralihan rendah ke tinggi dalam masukan *clock*.






Gambar 2.7

Konfigurasi Kaki-kaki SN74HC164

Sumber : Datasheet SN74HC164

Untuk tabel kebenaran dari IC SN74HC164 dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.3 Tabel Kebenaran IC SN74HC164**


Masukan				Keluaran	
Clear	Clok	A	B	Q <sub>A</sub>	Q <sub>B</sub> – Q <sub>H</sub>
L	X	X	X	L	L – L
H	L	X	X	Q <sub>A0</sub>	Q <sub>B0</sub> – Q <sub>H0</sub>
H		H	H	H	Q <sub>An</sub> – Q <sub>Gn</sub>
H		L	X	L	Q <sub>An</sub> – Q <sub>Gn</sub>
H		X	L	L	Q <sub>An</sub> – Q <sub>Gn</sub>

Sumber : Datasheet SN74HC164


H = Logika Tinggi

L = Logika Rendah

X = Sembarang (sembarang masukan, termasuk transisi)

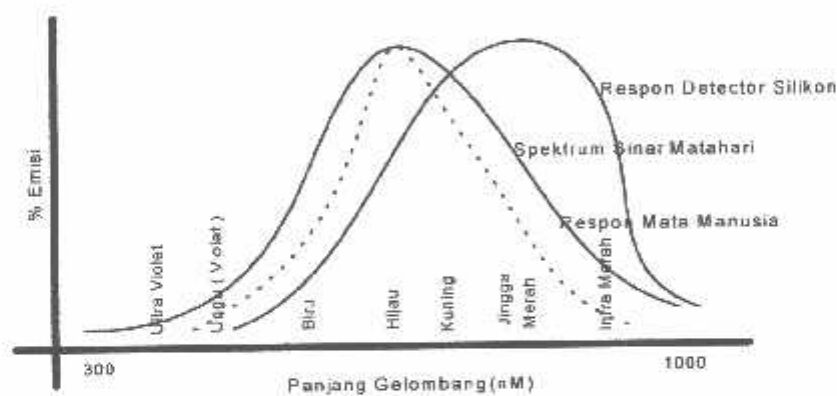
 = Transisi dari rendah ke tinggi

Q<sub>A0</sub>, Q<sub>B0</sub>, Q<sub>H0</sub> = Masing-masing logika pada Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>, atau Q<sub>H</sub> sebelum terjadi kondisi-kondisi jalan masuk stasioner yang ditunjukkan.

Q<sub>An</sub>, Q<sub>Gn</sub> – logika QA atau QG sebelum transisi  pada clock yang paling akhir, menunjukkan pergeseran satu bit.

### 2.3. Sensor Infra Merah

Spektrum cahaya juga termasuk gelombang elektromagnetik dan dapat dikelompokkan dalam beberapa macam, yaitu cahaya tampak dan cahaya tak tampak. Didalam cahaya kompleks, dua sifat itu menjadi satu, contohnya cahaya matahari yang didalamnya memiliki macam-macam cahaya yang biasa disebut pelangi. Infra merah termasuk golongan cahaya yang tidak tampak oleh mata kita. Yang memiliki panjang gelombang cahaya infra merah ini antara  $0,7 \times 10^{-6} \text{ m}$  sampai  $100 \times 10^{-6} \text{ m}$ .



Gambar 2.8

#### Spektrum Cahaya dan Respon Mata Manusia

*Sumber: Susanto Wibisono Koselan 2001*

Gelombang elektromagnetik dapat dibagi dalam beberapa daerah, yaitu : gelombang radio, gelombang mikro, sinar infra merah, sinar ultraviolet, sinar X dan sinar gamma. Spektrum gelombang elektromagnetik diatas dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

**Tabel 2.4. Spektrum Gelombang Elektromagnetik**

Panjang Gelombang ( meter )	Frekuensi	Jenis Gelombang
$10^{-13} - 10^{-15}$	$10^{21} - 10^{23}$	Sinar Gamma
$10^{-9} - 10^{-12}$	$10^{17} - 10^{20}$	Sinar x
$10^{-7} - 10^{-9}$	$10^{15} - 10^{17}$	Ultra Violet
$10^{-6} - 10^{-7}$	$10^{14} - 10^{15}$	Cahaya Tampak
$10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{11} - 10^{14}$	Infra Merah
$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^9 - 10^{11}$	Gelombang Mikro
$10^5 - 10^{-1}$	$10^3 - 10^9$	Gelombang Radio

*Sumber: Susanto Wibisono Koselan 2001*

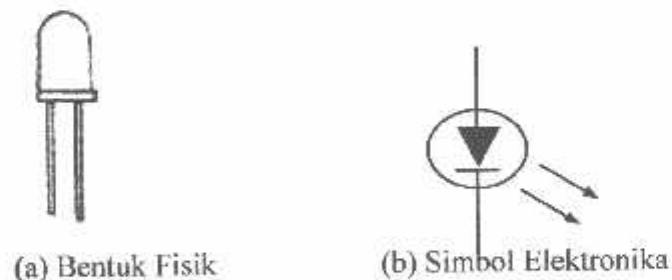
Sifat dari spektrum infra merah tidak berbeda jauh dengan cahaya tampak, diantaranya dapat memancarkan cahaya yang merupakan satu garis lurus dan dapat menembus benda-benda transparan, serta dapat pula dipantulkan oleh benda yang memantulkan cahaya, misalnya : cermin. Spektrum infra merah banyak digunakan untuk keperluan elektromagnet, terutama untuk alat yang menggunakan pengaturan dari jarak jauh atau system yang menggunakan remote controle. Beberapa keuntungan penggunaan spektrum infra red adalah :

- Infra merah mempunyai panjang gelombang yang relative pendek pada daerah frekuensi tertentu dengan panjang gelombang 0,7 sampai  $10^{-6}$  m.

- Pemancar infra merah membutuhkan sumber tegangan kecil.
- Tidak mengganggu media transmisi lainnya untuk kepentingan umum, sehingga tidak memerlukan ijin khusus.
- Spektrum infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak oleh mata, sehingga dapat digunakan untuk keperluan rahasia.

### 2.3.1. ( Light Emitting Dioda ) Infra Merah

Selain oleh matahari, cahaya jenis ini dapat dibangkitkan melalui teknologi difusi pada dioda semikonduktor yang biasa disebut LED ( Light Emitting Dioda ). Sedangkan dioda sendiri juga banyak jenisnya termasuk yang bisa memancarkan cahaya saat dialiri arus forward padanya, electron dari pita konduksi melewati junction dan jatuh kedalam hole pita valensi, sehingga electron-elektron tersebut memancarkan energi. Pada dioda biasa energi ini dipancarkan melalui panas dan dioda yang tidak memancarkan cahaya contohnya dioda zener maupun dioda penyearah. Lambang dan bentuk dari LED infra merah tersebut dapat dilihat pada gambar gambar di bawah ini :



**Gambar 2.9**

#### **Dioda Infra Merah**

*Sumber: Elektronika Praktis, Barry G. Woollard*

LED( light Emiting Diode) disini digunakan sebagai sumber cahaya yang mempunyai panjang gelombang sebesar  $10^{-3}$  sampai  $10^{-6}$  dengan frekwensi sebesar  $10^{11}$  sampai  $10^{14}$  Hz. Cahaya yang dipancarkan oleh infra merah tidak dapat dilihat oleh mata sedangkan kekuatan yang dihasilka oleh infra merah tergantung pada arus listrik yang masuk. Semakin dipenuhi kebutuhan akan arus maksimum maka semakin terang cahaya yang dihasilkan.

### 2.3.2. Photodiode

Photodiode ini memiliki sifat kebalikan dari LED infra red diatas, yang mana jenis dioda ini akan mengalirkan arus maju forward, saat dikenai cahaya infra merah padanya. Kuat arus yang mengalir juga tergantung dari kuatnya cahaya infra merah yang jatuh pada dioda tersebut. Bila cahaya lain mengenainya maka dioda ini berfungsi sebagai sumbatan yang memiliki impedansi sangat tinggi sekali. Prinsip kerja photodiode ini sama dengan phototransistor, yang membedakan antara keduanya adalah jika photodiode tidak memiliki penguatan arus pada anodanya, sedangkan pada phototransistor memiliki penguatan pada arus kolektornya sebesar hasil kali antara "hfe" dengan kuat cahaya yang jatuh pada basis phototransistor. Simbol pada photodiode sama dengan LED infra merah hanya tanda panah masuk menuju dioda. Berikut gambar dari photodiode tersebut.

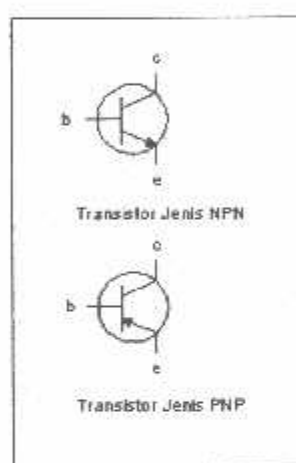


**Gambar 2.10. Photodiode**

*Sumber: Elektronika Praktis, Barry G. Woollard*

## 2.4. Transistor

Transistor merupakan komponen semikonduktor yang dapat digunakan untuk memperkuat sinyal listrik, sebagai saklar elektronik dan lain sebagainya. Pada dasarnya, sebuah transistor terbuat dari bahan germanium atau silikon yang terdiri dari tiga sisi, yaitu dua sisi tipe-P yang dipisah oleh sebuah tipe-N atau bisa juga dua buah sisi tipe-N yang dipisahkan oleh sebuah sisi tipe-P. jenis yang pertama disebut dengan transistor PNP, dan yang kedua disebut dengan transistor jenis NPN..



**Gambar 2.11**

**Simbol Transistor NPN dan PNP**

*Sumber : Malvino, 1992 : 103*

### 2.4.1. Daerah Kerja Transistor

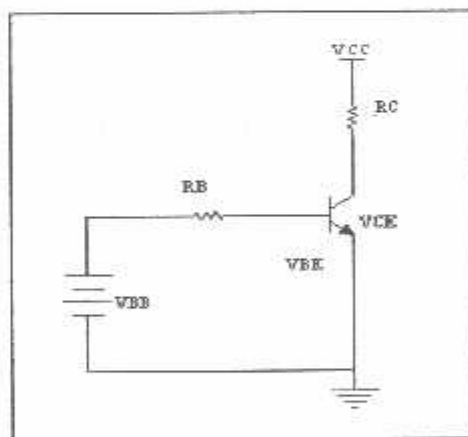
Transistor dapat dioperasikan dalam tiga operasi yaitu daerah penjumlahan (*saturation*), daerah titik sumbat (*cut off*) dan daerah aktif. Pada saat saturasi idealnya  $V_{CE}$  sama dengan nol tapi pada kenyataannya ada drop tegangan yang kecil ( $V_{CE(Sat)}$ ).

Jika arus basis lebih besar dari pada  $I_{B(Sat)}$ , arus kolektor tidak dapat bertambah karena dioda kolektor tidak lagi dibias *reverse*.  $I_B$  saturasi merupakan nilai minimum yang dibutuhkan untuk menyebabkan transistor saturasi.

Transistor berada dalam daerah *cut off* jika ada arus yang mengalir ke basis atau arus yang keluar dari basis ( $I_B$  berharga nol atau negatif) maka arus kolektornya juga sama dengan nol, yang dimaksud disini adalah arus yang mengalir dari kolektor, tetapi sebenarnya terdapat arus bocor yang kecil.

Transistor dalam daerah aktif, jika ada arus yang mengalir dan jika  $V_{CE}$  lebih positif dari  $V_{BE}$  (kolektor lebih positif dari pada basis), maka perubahan kecil dalam arus basis akan menimbulkan perubahan yang besar dalam arus kolektor, sehingga memungkinkan penguatan masukan. Dalam daerah ini  $V_{BE}$  mendapat bias *forward*.

Gambar 2.12 merupakan salah satu rangkaian transistor dan diperoleh karakteristik transistor.

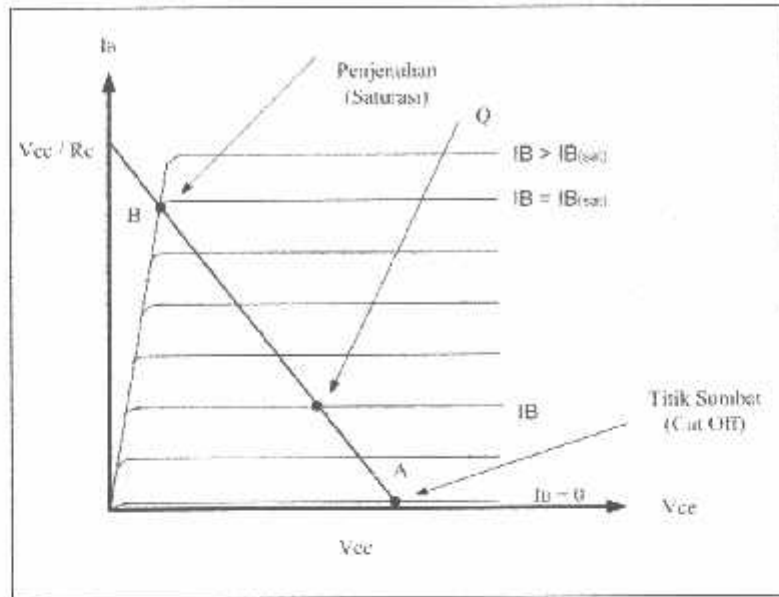


**Gambar 2.12**

**Rangkaian Bias Basis**

*Sumber : Malvino, 1981 : 122*





**Gambar 2.13**

### Karakteristik Transistor

*Sumber : Malvino, 1981 : 122*

Untuk garis beban diperoleh dengan persamaan

$$V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE} \dots \dots \dots (2-9)$$

Saat *cut off*  $I_B = 0$ , sehingga :

$$I_C = \beta \cdot I_B \dots \dots \dots (2-10)$$

$$I_{C(sat)} = V_{CC} \text{ (pada titik A)}$$

Saat saturasi, maka  $I_B = I_{B(sat)}$ , sehingga :

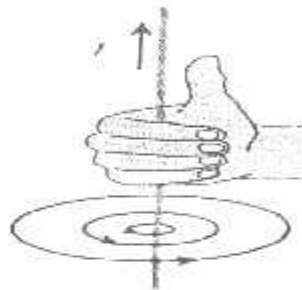
$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_{CC}} \text{ (titik B)} \dots \dots \dots (2-11)$$

Jika arus basis lebih besar atau sama dengan  $I_B$  saturasi, titik kerja Q berada dalam ujung atas dari garis beban, maka transistor seperti sebuah saklar tertutup.

Sebaliknya, jika arus basis nol, transistor bekerja dalam ujung bawah dari garis beban, dan transistor seperti sebagai saklar terbuka.

## 2.5. . Motor DC

Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan. Ibu jari tangan menunjukkan arah aliran arus listrik sedangkan jari-jari yang lain menunjukkan arah medan magnet yang timbul, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.14 berikut ini.



Gambar 2.14

### Garis-Garis Medan Magnet disekitar Arus Listrik Pada Kawat Lurus

*Sumber: Pengantar Tenaga Listrik, Ir. Hamzah Berahim*

Kaidah tangan kanan untuk motor menunjukkan arah arus yang mengalir di dalam sebuah konduktor yang berada dalam medan magnet. Jari tengah menunjukkan arah arus yang mengalir pada konduktor, jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet dan ibu jari menunjukkan arah gaya putar. Adapun besarnya gaya yang bekerja pada konduktor tersebut dapat dirumuskan dengan :

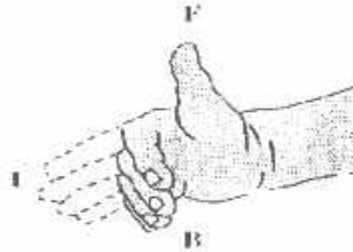
$$F = B.I.L \sin \theta \quad (\text{Newton})$$

Dimana :  $B$  = kerapatan fluks magnet (weber)

$L$  = panjang konduktor (meter)

$I$  = arus listrik (ampere)

$\sin \theta$  = sudut antara antara arus dengan garis-garis medan.



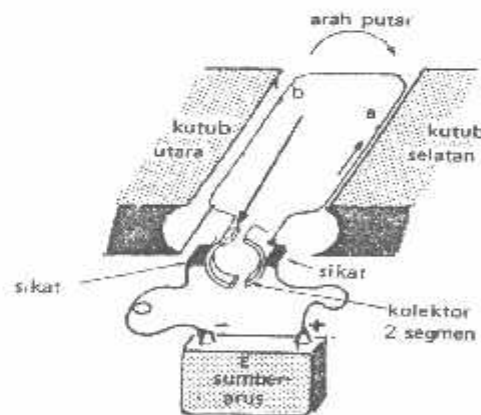
**Gambar 2.15**

### Kaidah Tangan Kanan

*Sumber: Pengantar Tenaga Listrik, Ir. Hamzah Berahim*

#### 2.5.1. Cara Kerja Motor DC

Adapun cara kerja motor dc dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.16**

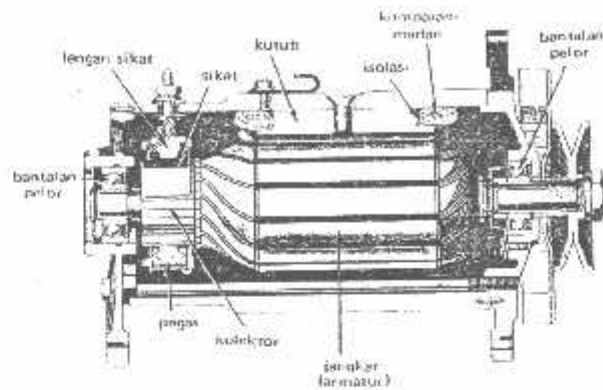
### Cara Kerja Motor DC

*Sumber: Pengantar Tenaga Listrik, Ir. Hamzah Berahim*

Ada satu lilit kawat a – b berada di dalam medan magnet. Lilitan ini dapat berputar dengan bebas, lilitan ini bisasa disebut dengan jangkar (*armour*).

Pada jangkar dimasukkan arus yang berasal dari sumber (baterai) E. koneksi baterai dengan jangkar melalui sikat-sikat. Sikat-sikat ini terpasang pada sebuah cincin yang terbelah dua, yang disebut kolektir. Adapun tujuan dari kontruksi ini adalah agar lilitan kawat dapat berputar apabila ada arus listrik yang melewatinya.

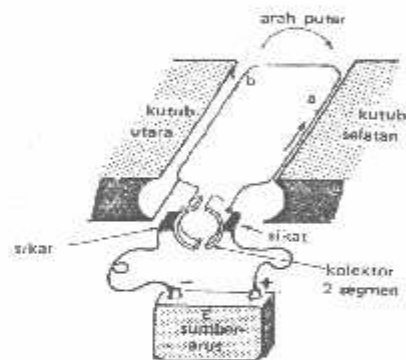
Pada kawat yang berada di kanan arus mengalir dari depan ke belakang . dalam kawat yang di kiri, arus mengalir dari belakang ke depan . kawat a dan b secara berganti-gantian berada di kiri dan kanan. Karena itu arah arus di a dan arah arus di b selalu membolak balik. Pembalikan arah arus itu terjadi pada saat lilitan kawat melintasi posisi vertikal. Disini kolektor berfungsi bagaikan penyearah mekanik. Flux magnet yang ditimbulkan magnet permanen disebut medan magnetnya motor. Dalam gambar arah fluk magnetik adalah dari kiri ke kanan. Adapun gaya yang bekerja pada penghantar b adalah ke atas, sementara gaya yang bekerja pada penghantar a adalah ke bawah . Gaya-gaya yang bekerja sama kuatnya, jadi ada kopel yang bekerja pada kawat sehingga lilitan pun dapat berputar. Setelah berputar  $90^0$  arah arus berbalik, pada saat itu penghantar a dan penghantar b bertukar tempat. Akibatnya arah gerak putaran tidak berubah.



**Gambar 2.17**

**Sebuah Motor DC**

### 2.5.2. Pengendalian Arah Putaran Motor DC



**Gambar 2.18**

**Pengendalian Arah Putaran Motor DC**

*Sumber: Pengantar Tenaga Listrik, Ir. Hamzah Berahim*

Dari gambar 2.18 di atas, agar arah putaran motor dc berubah, maka polaritas tegangan pada baterai harus dibalik.

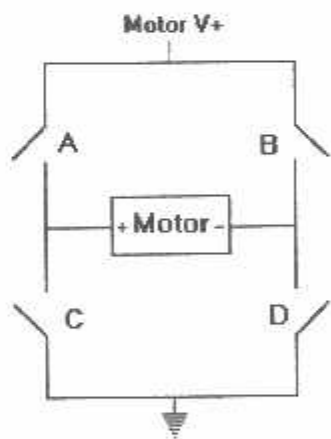
2.6. H – Bridge

H-Bridge merupakan suatu rangkaian yang fungsinya sama seperti saklar. H-Bridge terdiri dari beberapa susunan komponen yaitu transistor PNP dan NPN dan juga resistor. H-Bridge disini digunakan untuk mengatur arah putaran motor dc. Prinsip kerjanya sederhana seperti yang terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2.5 Cara kerja rangkaian H-Bridge

A	B	C	D	OUTPUT
ON	OFF	OFF	ON	Motor putar kanan
OFF	ON	ON	OFF	Motor putar kiri
ON	ON	OFF	OFF	Tidak Boleh
OFF	OFF	ON	ON	Tidak Bolch

Sumber: Chuck McManis 2003

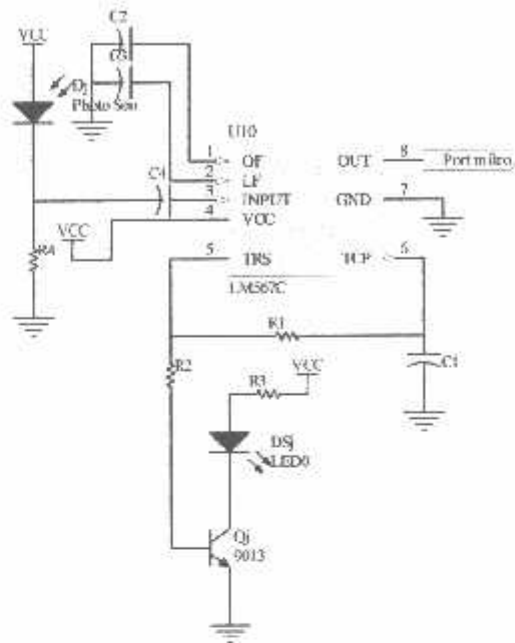


Gambar 2.19

Rangkaian H-Bridge

Sumber: Chuck McManis 2003





**Gambar 2.21**

### **Rangkaian infra merah**

Fungsi masing-masing komponen eksternal pada rangkaian diatas adalah sebagai berikut:

R1, C1 :Untuk menentukan besarnya frekuensi kerja dari PLL ( $F_o$ ) yang dinyatakan dengan

$$F_o = \frac{1}{1.1 * R1 * C1}$$

C2 : untuk menentukan bandwidth dari rangkaian decoder tersebut, dimana jangkauan antara 0-14% dari frekuensi kerja. Dan persamaannya adalah sebagai berikut:

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_c C_2}}$$



Dimana:

Bw: Lebar bidang frekuensi (%) terhadap  $f_0$

$V_i$ : Level sinyal input (Vrms)

C3: Sebagai penghalus sinyal output, bila C3 diperbesar akan memberikan suatu penundaan pada fungsi kerjanya saat sinyal diterima.

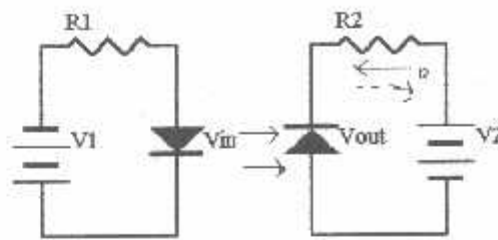
(\*) Prinsip Kerja LM 567 adalah:

Membandingkan frekuensi sinyal input dengan frekuensi kerja dari PLL itu sendiri. Bila memiliki frekuensi yang berlainan maka IC LM 567 akan berlogika 1 dan sebaliknya bila sinyal tadi memiliki frekuensi yang sama maka outputnya akan berlogika 0.

## 2.8. Optocoupler

*Optocoupler* merupakan gabungan dari kata *Opto* dan *coupler*. *Opto* berarti cahaya sedangkan *coupler* berarti alat yang menjembatani sebuah sistem dengan sistem lain. Dari sini terlihat jelas bahwa *Optocoupler* berarti sebuah komponen elektronik yang memanfaatkan energi cahaya dalam mengontrol sistem berikutnya.

Menurut Malvino (1984) menyatakan bahwa “ *optocoupler* (optoisolator atau isolator yang tergandeng optik) adalah rangkaian yang menggabungkan LED dan foto dioda dalam satu kemasan ”. LED disini berada pada masukan dari *optocoupler* dan foto dioda sebagai keluarannya, lihat Gambar 2.22



**Gambar 2.22**

***Optocoupler***

Sumber : Malvino , 1995

Pada Gambar 2.22 diatas  $V_1$  dan  $R_1$  menghasilkan arus melalui LED, arus ini pada LED berupa cahaya yang mengenai foto diode hal ini menyebabkan timbulnya arus balik  $I_2$ , sehingga dapat di cari  $V_{out}$  dari rangkaian ini:

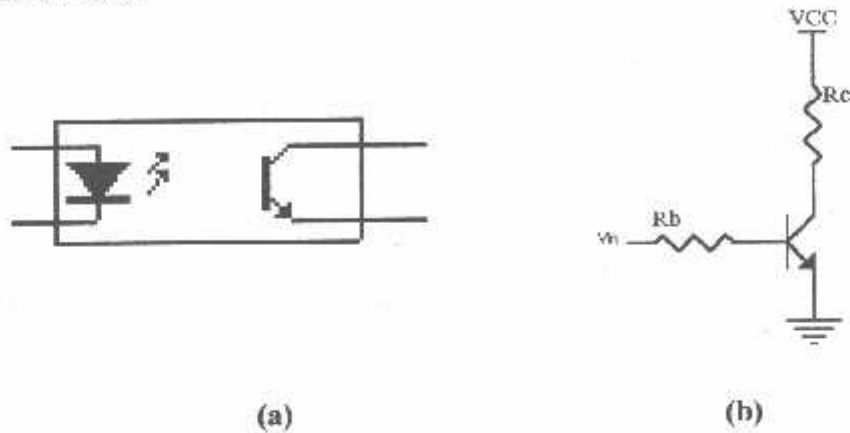
$$V_{out} - V_2 + I_2 R_2 = 0$$

$$V_{out} = V_2 - I_2 R_2$$

Sesuai dengan persamaan diatas  $V_{out}$  akan tergantung pada arus balik  $I_2$ , bila  $V_1$  berubah maka jumlah cahaya dari LED juga berubah sehingga dapat dikatakan bahwa  $V_{out}$  akan berubah sejalan dengan perubahan  $V_{in}$ . Hubungan antara masukan dan keluaran hanya berupa seberkas cahaya sehingga kita dapat memperoleh resistansi penyekatan diantara ke dua rangkaian tadi.

Untuk keperluan proyek akhir ini, sistem penyekatan antara ke dua rangkaian tadi diambil sebagai dasar untuk membuat sebuah sistem *optocoupler* yang terpisah antara pemancar dan penerima dalam arti bukan dalam satu *chip* IC seperti ditunjukkan pada Gambar 2.22 di atas. Akan tetapi secara umum metode yang digunakan persis sama yaitu dengan memanfaatkan sebuah Led *Infra-red* dan sebuah *photo transistor* sebagai pengganti dari foto diode, sehingga dihasilkan pulsa akibat

terhalang atau tidaknya penerima dari pemancar yang dilewati oleh kartu. Gambar *optocoupler* yang terdiri dari LED *infra red* dan *photo transistor* dapat dilihat pada Gambar 2.23.



**Gambar. 2.23**

*optocoupler*

Sumber : Malvino , 1995

Prinsip dasar dari rangkaian pada Gambar 2.23 (a) diatas adalah sama dengan sebuah rangkaian transistor sebagai saklar pada Gambar 2.23 (b), dimana kaki basis dari *photo transistor* digantikan perannya oleh cahaya dari *infra-red*. Sehingga jika cahaya tadi terhalang transistor tidak akan terbias atau saklar dalam keadaan terbuka.

Berikut adalah keuntungan dari optocoupler:

1. Kecepatan operasi tinggi
2. Ukuranya kecil
3. Tahan terhadap getaran dan benturan
4. Tidak mempunyai bagian yang saling mengikat.

## 2.9. Buzzer

Buzzer mempunyai fungsi sebagai tanda atau isyarat dalam bentuk suara sehingga akan dengan cepat suatu peringatan akan dapat diketahui

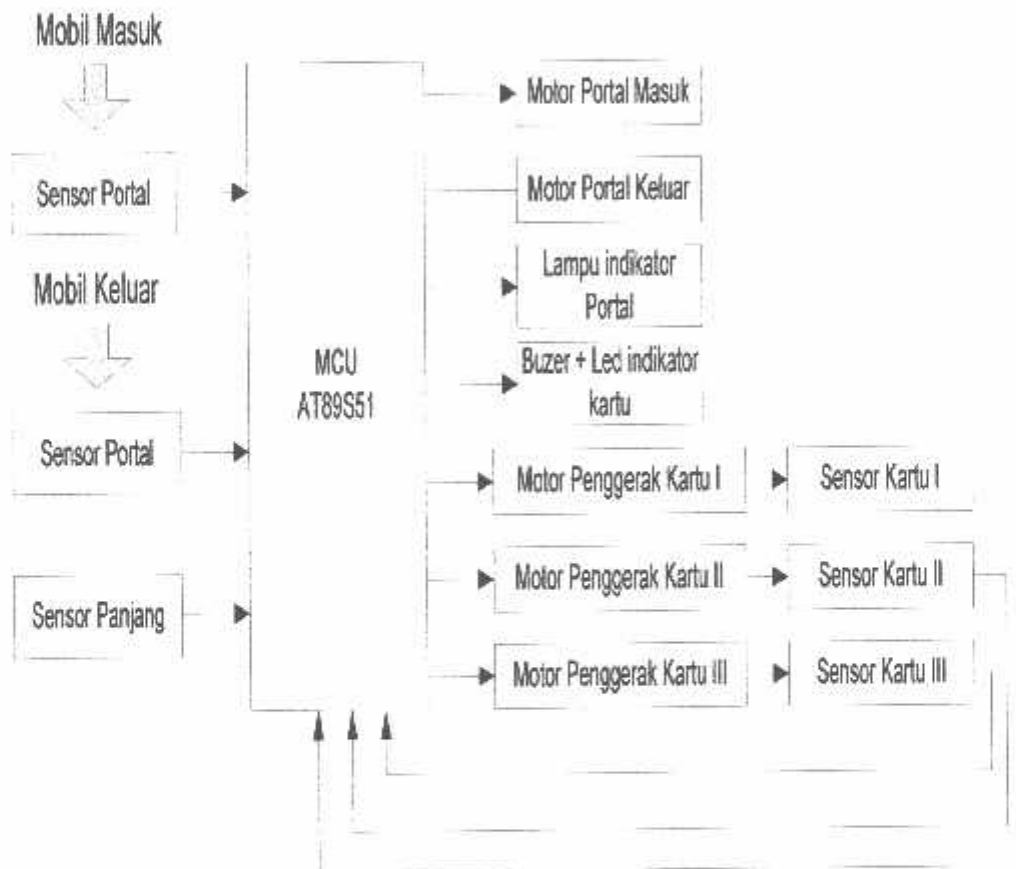
Buzzer yang dahulu dipakai adalah berupa koil yang apabila dialiri arus akan menarik pemukul logam dan menghasilkan bunyi. Tetapi saat ini buzzer sudah berupa kumparan yang menggunakan speaker kecil berupa dua lapisan elektroda yang biasa disebut piezoelektrik yang banyak dipakai untuk tweeter salon.

### BAB III

## METODOLOGI PERANCANGAN

### 3.1. Perencanaan Blok Diagram Alat

#### 3.1.1. Blok Diagram Alat Pada Mikrokontroller I

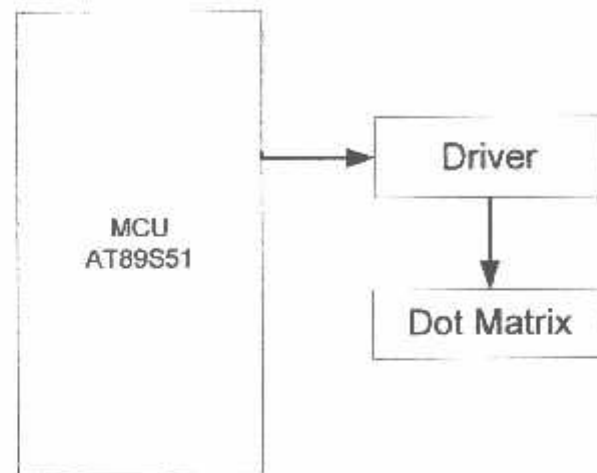


**Gambar 3.1 Blok**  
**Diagram Alat pada Mikrokontroller I**

Fungsi dari blok-blok diatas adalah

1. Sensor Panjang terdiri dari sedcretan infra merah yang berfungsi untuk mendeteksi panjang dari kendaraan yang akan memasuki jalan tol.
2. Sensor portal berfungsi untuk membuka dan menutup kembali portal jika ada kendaraan yang masuk dan keluar
3. Mikrokontroller AT89S51 berfungsi untuk mengolah data yang diperolch dari sensor panjang kemudian membandingkannya dengan data yang yang telah tersimpan dalam memory.
4. Motor penggerak kartu berfungsi sebagai pengerak atau pendorong kartu yang tersimpan dalam kotak kartu. Dalam diagram blok diatas terdapat tiga motor penggerak kartu, itu sesuai dengan golongan kendaraan yang masuk jalan tol.
5. Sensor kartu berfungsi untuk mendeteksi keluarnya kartu dari kotak penyimpanan kartu yang kemudian sensor tersebut mengirimkan sinyal ke mikrokontroller. Sensor yang digunakan adalah sensor infra merah.
6. Lampu Indikator Portal berfungsi sebagai indikator terbuka dan tertutupnya portal
7. Buzer dan Led indikator kartu berfungsi untuk mendeteksi jika kartu didalam box kartu akan segera habis.

### 3.1.2. Blok Diagram Alat Pada Mikrokontroller II



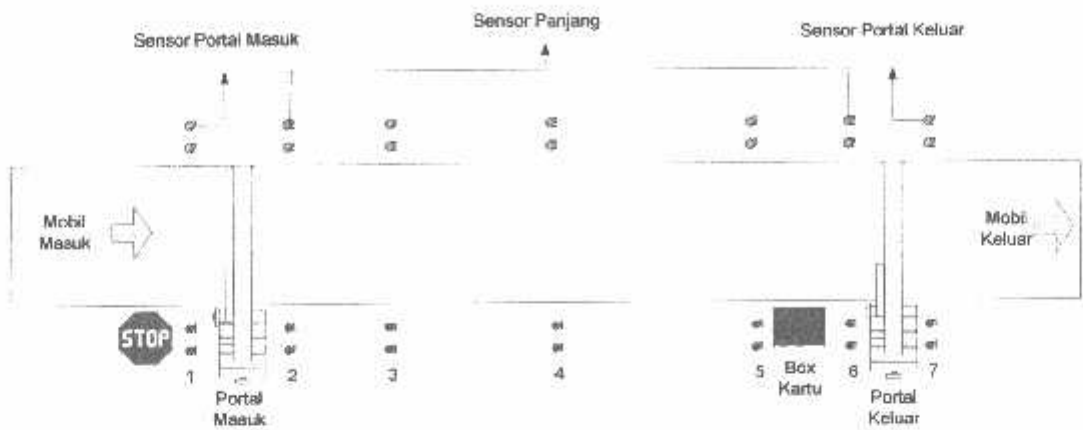
Gambar 3.2

#### Blok Diagram Alat pada Mikrokontroller II

Fungsi dari blok-blok diatas adalah

1. Mikrokontroller AT89S51 berfungsi sebagai pengontrol
2. Driver berfungsi untuk memicu tegangan output dari mikrokontroller agar dapat menjalankan dot matrix
3. Dot Matrix berfungsi untuk menampilkan pesan yang akan disampaikan kepada para pengendara yang akan memasuki jalan tol.

3.2 Perencanaan Penempatan Sensor Panjang Pada Jalan Tol

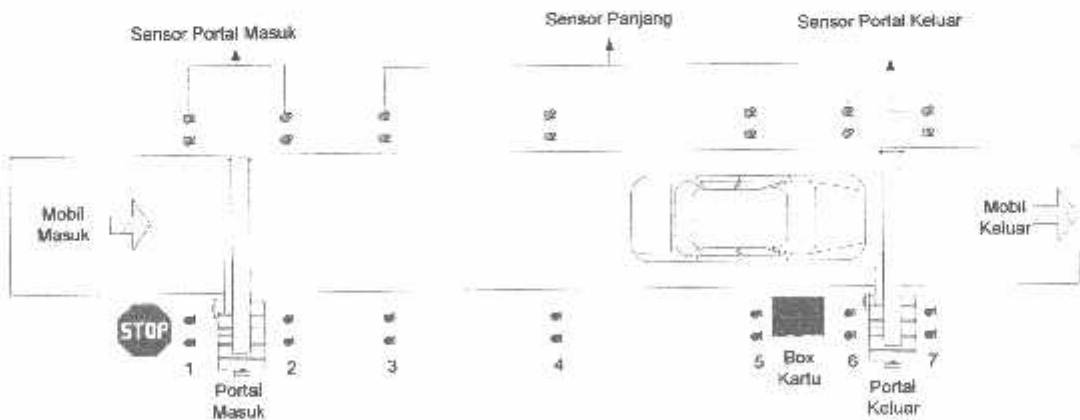


Gambar 3.3 Kondisi Pintu Masuk Tol Ketika Tidak Dilalui Kendaraan

Seluruh sensor terdiri dari sederetan infra merah yang terpasang disamping kiri dan kanan badan jalan.

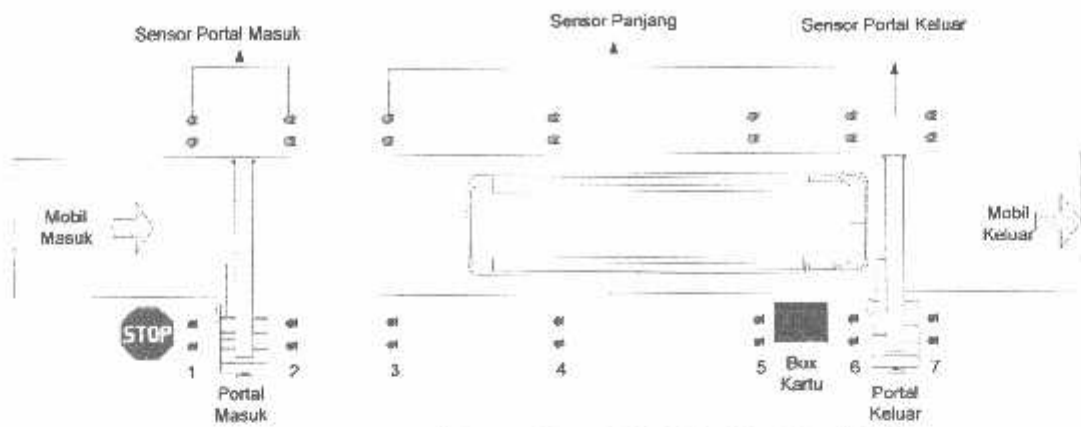
- = Transmitter
- = Receiver

Adapun gambar beberapa kondisi ketika sistem ini dimasuki kendaraan:

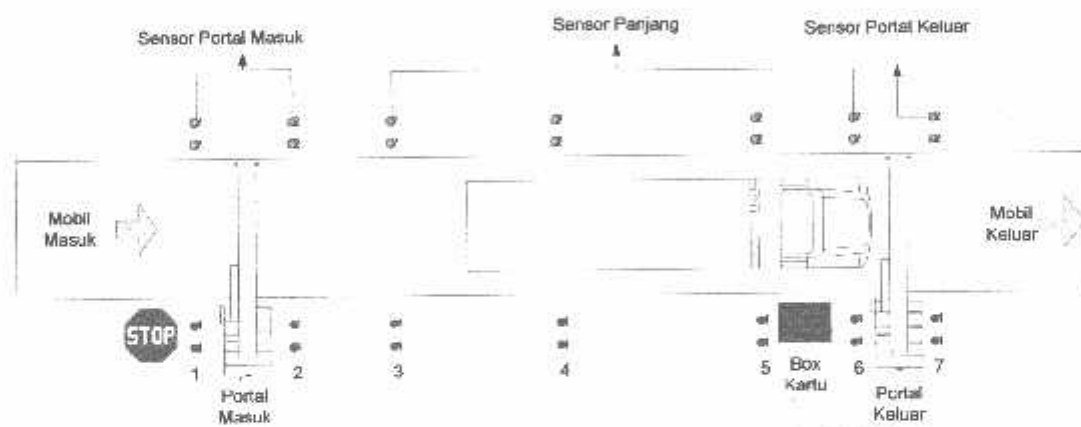


Gambar 3.4 Kondisi Pintu Masuk Tol Ketika Dilalui Mobil Pribadi

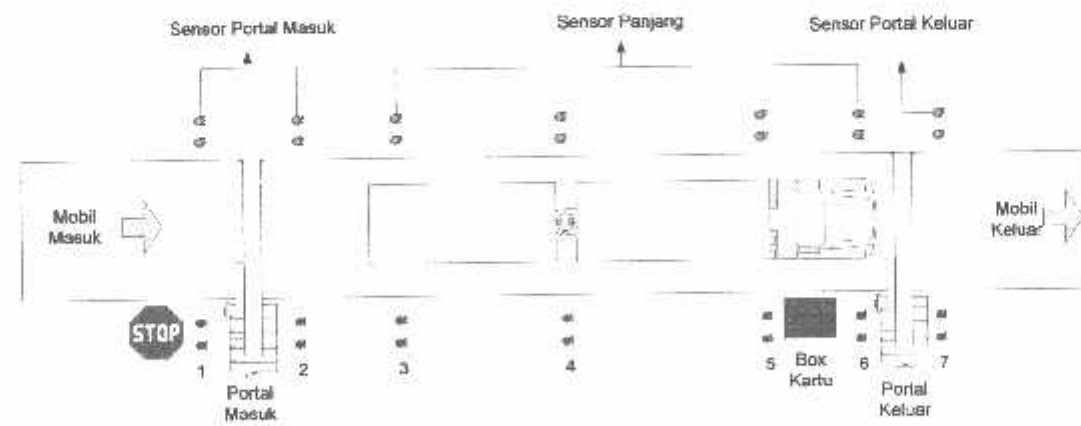




**Gambar 3.5 Kondisi Pintu Masuk Tol Ketika Dilalui Bus**



**Gambar 3.6 Kondisi Pintu Masuk Tol Ketika Dilalui Truk**

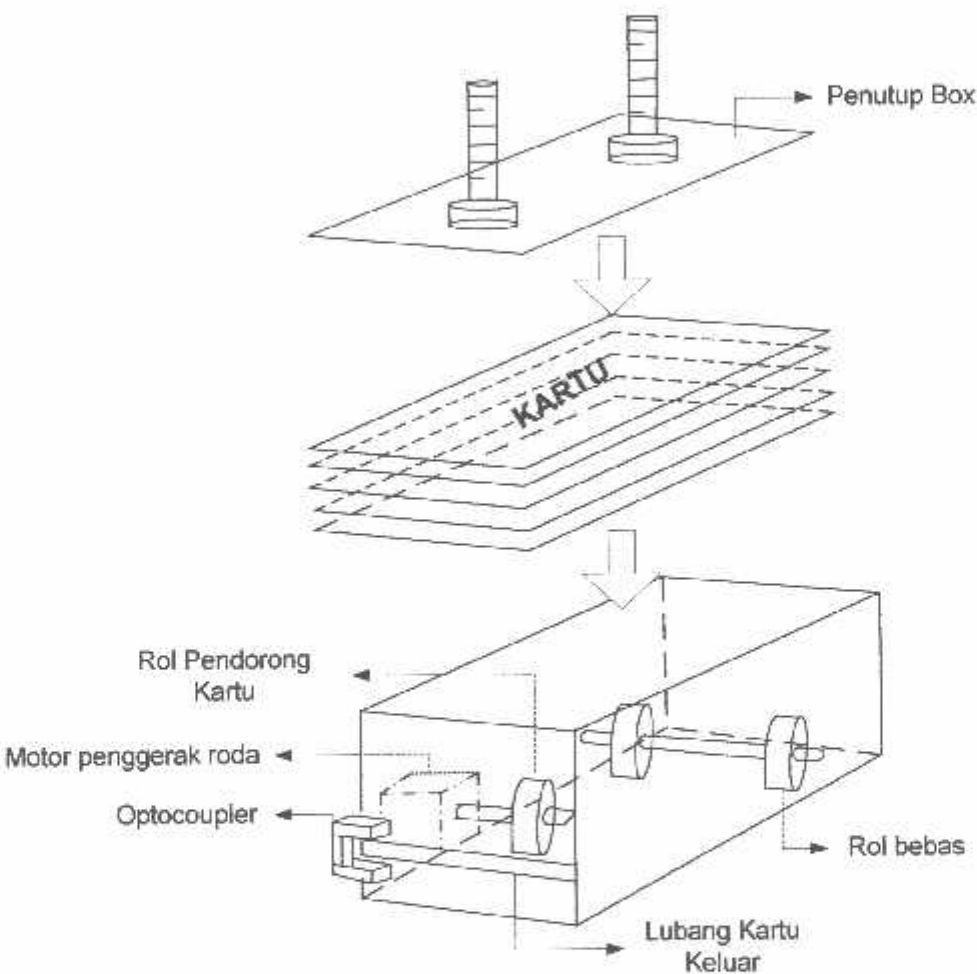


**Gambar 3.7 Kondisi Pintu Masuk Tol Ketika Dilalui Truk Gandeng**

**3.3. Perencanaan Box Kartu**

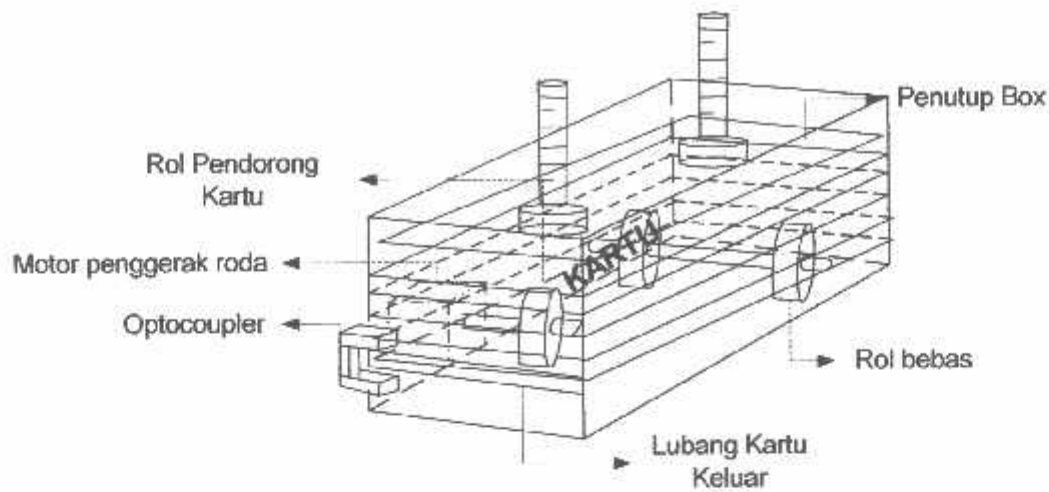
Dalam pembuatan pengontrol keluarnya kartu pada box kartu ini menggunakan penggerak berupa potensio motor yang terpasang dibawah tumpukan kartu.

Berikut adalah gambar perencanaan box kartu yang akan saya buat:



**Gambar 3.8**

**Kondisi Box Kartu Ketika Belum Terisi Kartu**



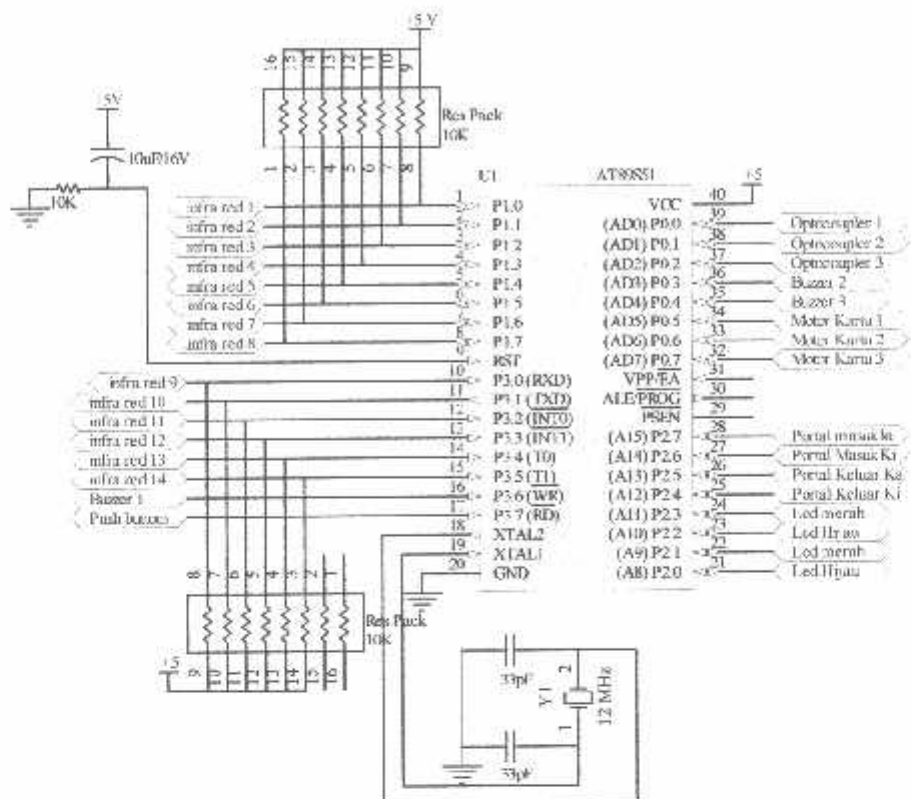
**Gambar 3.9**

**Kondisi Box Ketika Telah Terisi Kartu**

### 3.4. Mikrokontroller

Pada perancangan dan pembuatan alat ini menggunakan dua buah mikrokontroller 8 bit buatan ATMEL yaitu 2 buah AT89S51. AT89S51 yang pertama digunakan untuk mengolah data dan mengontrol semua system pada jalan tol mulai dari membuka portal masuk menutup, menentukan golongan kendaraan, mengeluarkan kartu golongan hingga membuka portal keluar. AT89S51 yang kedua berfungsi untuk menampilkan pesan pada dot matrix.

Berikut ini adalah gambar rangkaian dari kedua mikrokontroller AT89S51:



Gambar 3.10

### Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 1

Berikut penjelasan dari gambar diatas :

1. Port 1 digunakan sebagai masukan infra merah, dari infra merah 1 sampai 8
2. Port 3.0 sampai Port 3.5 digunakan sebagai masukan infra merah, dari infra merah 9 sampai dengan 14.
3. Port 3.6, 0.3 dan 0.4 digunakan sebagai masukan untuk menyalakan buzzer dan led indikator kartu
4. Port 3.7 digunakan sebagai reset untuk mematikan buzzer dan led indikator kartu
5. Port 0.0 sampai 0.2 digunakan sebagai masukan dari optocoupler 1, 2 dan 3

- 

## Rangkaian Mikrokontroller AT89S51 II

1. Port 0.0 dan port 0.1, digunakan sebagai data dan clock pada 74164 shift register.



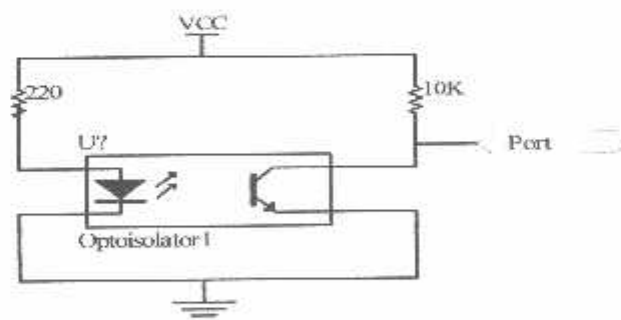
$$f_o = \frac{1}{1.1.R1.C1}$$

Disini saya memakai resistor 10KΩ dan capasitor 0.0033μF sehingga menghasilkan frekuensi sebesar 27,54 KHz. Berikut perhitungan untuk mencari frekuensi sesuai dengan rumus dan nilai komponen yang saya gunakan:

$$\begin{aligned} f_o &= \frac{1}{1.1.R1.C1} \\ &= \frac{1}{1.1.10K\Omega.0.0033\mu F} \\ &= 27,54 \text{ KHz} \end{aligned}$$

Prinsip kerjanya sebagai berikut pada saat infra merah terhalangi oleh kendaraan maka keluaranya akan bernilai 0 V begitu sebaliknya jika infra merah tidak terhalangi maka keluaranya adalah 5 V (terhubung ke *ground*). Ini dikarenakan keluaran dari IC LM567 berupa *ground*. Dimana transisi *high* ke *low* dari sinyal ini adalah sebagai *interrupt* mikrokontroler untuk proses pencacahan.

### 3.5.2 Rangkaian Optocoupler



**Gambar 3.13**  
**Rangkaian Optocoupler**

Optocoupler ini terpasang pada box kartu dimana optocoupler disini berfungsi untuk mendeteksi apakah kartu yang keluar sudah diambil atau belum, jika kartu sudah diambil maka portal keluar akan membuka.

Prinsip kerjanya sederhana yaitu pada saat kedua LED sinarnya tidak terhalang maka keluran dari sensor adalah 0 V (terhubung ke *ground*) sedangkan pada saat terhalang keluarannya 5 V, dimana transisi *high* ke *low* dari sinyal ini adalah sebagai *interrupt* mikrokontroler untuk proses pencacahan.

Analisis rangkaiannya adalah sebagai berikut :

Jika kita mengasumsikan tegangan bias *forward* Led IR sebesar 0,6V dan menginginkan arus sebesar 20 mA mengalir pada IR led maka :

$$\begin{aligned} R_{\text{led}} &= (V_{\text{cc}} - 0,6\text{V}) / I \\ &= (5\text{ V} - 0,6) / 20\text{ mA} \\ &= 4,4\text{V} / 20\text{ mA} \\ &= 220\Omega \end{aligned}$$

Jika kita mengasumsikan Photo transistor ideal sebagai saklar dan menginginkan arus sebesar 0,5 mA mengalir saat kondisi saturasi maka :

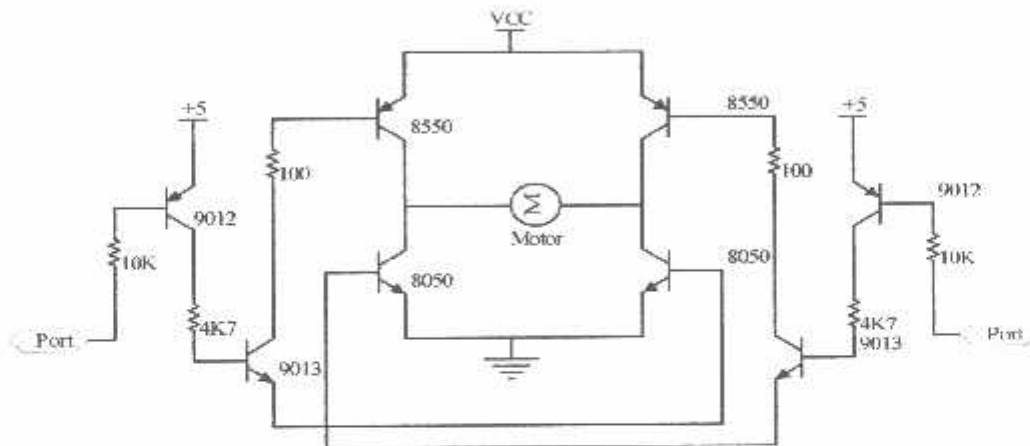
$$\begin{aligned} R_{\text{Photo transistor}} &= (V_{\text{cc}}) / I \\ &= 5\text{V} / 0,5\text{ mA} \\ &= 10\text{ K}\Omega \end{aligned}$$



### 3.6. Rangkaian Driver Motor DC

#### 3.6.1. Rangkaian Driver Motor DC Pada Portal Masuk Dan Keluar

Rangkaian driver yang saya gunakan adalah jembatan H atau sering juga disebut dengan rangkaian H-Bridge. Rangkaian ini terdiri dari beberapa transistor yang dirangkai sedemikian rupa dimana transistor ini berfungsi sebagai saklar. Berikut adalah rangkaian H-Bridge untuk mengontrol arah putaran motor:



Gambar 3.14

#### Rangkaian Driver Motor Pada Portal Masuk Dan Keluar

Dari rangkaian diatas dapat kita peroleh nilai  $R_B$  yang sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

- $R_B$  pada transistor 9012

$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}}$$

Diketahui dari data sheet transistor 9012 besarnya  $I_C = 50 \text{ mA}$ ,  $h_{fe} = 120$ ,  $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$ , sehingga :

$$I_B = \frac{50mA}{120} = 0,416mA$$

Maka  $R_B$  adalah :

$$R_B = \frac{5 - 0,7}{0,416mA}$$

$$= \frac{4,3}{0,416mA} = 10,33 \times 10^3 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai  $R_B$  sebesar  $10,33 \times 10^3 \Omega$  atau disederhanakan menjadi  $10 K\Omega$ .

- $R_B$  pada transistor 9013

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{hfe}$$

Diketahui dari data sheet transistor 9013 besarnya  $I_C = 100 mA$ ,  $hfe = 110$ ,  $V_{BE} = 0,7 Volt$ , sehingga :

$$I_B = \frac{100mA}{110} = 0,909mA$$

Maka  $R_B$  adalah :

$$R_B = \frac{5 - 0,7}{0,909mA}$$

$$= \frac{4,3}{0,909mA} = 4K7 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai  $R_B$  sebesar  $4K7 \Omega$ .

- $R_C$  pada transistor 9013

$$R_c = \frac{V_{cc} - V_{ce}(8550) - V_{ce}(9013) - V_{ce}(8050)}{I_c}$$

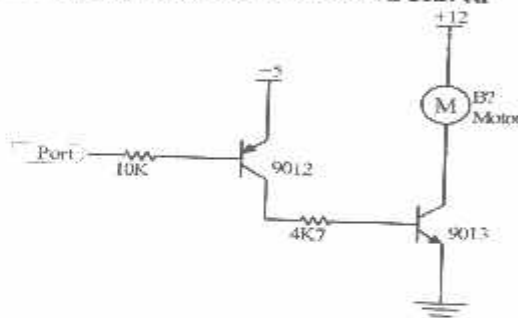
Diketahui dari data sheet transistor 8550 memiliki  $V_{ce} = 0,5$  Volt. Pada transistor 9013  $I_c = 100\text{mA}$ ,  $h_{fe} = 110$ ,  $V_{ce} = 0,6$  Volt. Pada transistor 8050 memiliki  $V_{ce} = 0,5$  Volt.

$$R_R = \frac{12 - 0,5 - 0,6 - 0,5}{100 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 104\Omega \text{ atau } 100\Omega$$

Karena resistor  $104\Omega$  tidak ada dipasaran maka dapat diganti dengan resistor  $100\Omega$

### 3.6.2. Rangkaian Driver Motor DC Pada Box Kartu



Gambar 3.15

#### Rangkaian Driver Motor Pada Box Kartu

- $R_b$  pada transistor 9012

$$R_b = \frac{V_{BE} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}}$$

Diketahui dari data sheet transistor 9012 besarnya  $I_C = 50 \text{ mA}$ ,  $h_{fe} = 120$ ,  $V_{BE} = 0,7$  Volt, sehingga :

$$I_B = \frac{50mA}{120} = 0,416mA$$

Maka  $R_B$  adalah :

$$R_b = \frac{5 - 0,7}{0,416mA}$$

$$= \frac{4,3}{0,416mA} = 10,33 \times 10^3 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai  $R_B$  sebesar  $10,33 \times 10^3 \Omega$  atau disederhanakan menjadi  $10 K\Omega$ .

- $R_B$  pada transistor 9013

$$R_b = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{hfe}$$

Diketahui dari data sheet transistor 9013 besarnya  $I_C = 100 \text{ mA}$ ,  $hfe = 110$ ,  $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$ , sehingga :

$$I_B = \frac{100mA}{110} = 0,909mA$$

Maka  $R_B$  adalah :

$$R_b = \frac{5 - 0,7}{0,909mA}$$

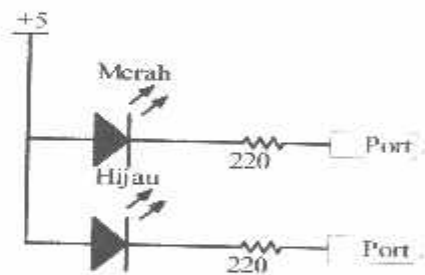
$$= \frac{4,3}{0,781mA} = 4K7 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai  $R_B$  sebesar  $4K7\Omega$ .

### 3.7. Rangkaian lampu Portal

Pada rangkaian ini terdapat dua lampu yang berwarna merah dan hijau yang terpasang pada portal di pintu masuk dan keluar. Adapun fungsi dari rangkaian ini adalah untuk memberikan tanda kepada pengendara tentang membuka dan menutupnya portal. Apabila lampu menyala merah maka portal masih dalam keadaan tertutup dan jika lampu menyala hijau maka pintu portal sudah terbuka. Hal ini dibutuhkan agar pengemudi dapat berhati-hati dan memperhitungkan kecepatan kendaraanya agar tidak menabrak portal. Adapun rangkaiannya dapat dilihat dibawah ini.

Bila mikrokontroller mengeluarkan logika 1 kita misalkan tegangan yang dihasilkan adalah 5 volt. Pada umumnya tegangan kerja dari led adalah 1,5-2 volt dan arusnya antara 5-20 mA, sehingga untuk mencari nilai resistansi yang digunakan adalah:



Gambar 3.16

Rangkaian Lampu Portal

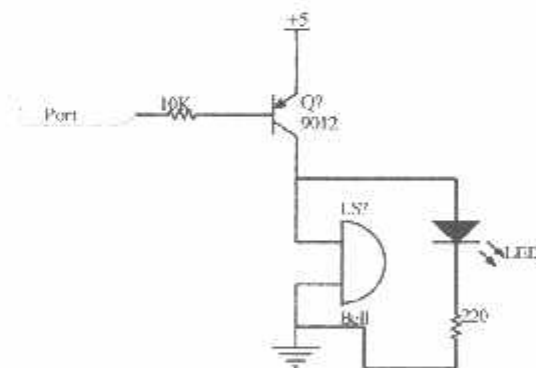
$$\begin{aligned} R &= \frac{V_{cc} - V_{inf}}{I_{inf}} \\ &= \frac{5 - 1,6}{15 \cdot 10^{-3}} \\ &= 226,6\Omega \end{aligned}$$

Karena nilai tahanan  $226,6\Omega$  tidak ada dipasaran maka dapat diganti dengan nilai yang lebih dekat yaitu  $220\Omega$ .

### 3.8. Rangkaian Buzzer

Perancangan rangkaian driver ini untuk mengaktifkan sebuah buzzer, dimana jika buzzer berbunyi menandakan bahwa kartu dalam box kartu akan segera habis

Untuk mengaktifkan bunyi buzzer, mikrokontroller masih membutuhkan sebuah rangkaian driver. Dimana rangkaian ini untuk menguatkan arus keluaran mikrokontroller agar sesuai dengan kenutuhan buzzer saat berbunyi yaitu  $5V/20mA$ . Rangkaian driver disusun dari sebuah transistor silikon tipe 9012 dengan tegangan hambat  $V_{BE} = 0,7$  dan  $Hfe = 120$  kali. Untuk menentukan besar resistor basis, terlebih dahulu harus diketahui arus beban  $I_L$  dalam hal ini buzzer, yaitu sebesar  $20mA$  dengan tegangan sumber  $5V$ , dimana arus beban sebanding dengan arus kolektor yaitu  $I_L = I_c$ .



Gambar 3.17

Rangkaian Buzzer

Dari rangkaian diatas dapat kita diperoleh nilai  $R_b$  yang sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_b = \frac{V_{EK} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}}$$

Diketahui dari data sheet transistor 9012 besarnya  $I_C = 50 \text{ mA}$ ,  $h_{fe} = 120$ ,  $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$ , sehingga :

$$I_B = \frac{50 \text{ mA}}{120} = 0,416 \text{ mA}$$

Maka  $R_B$  adalah :

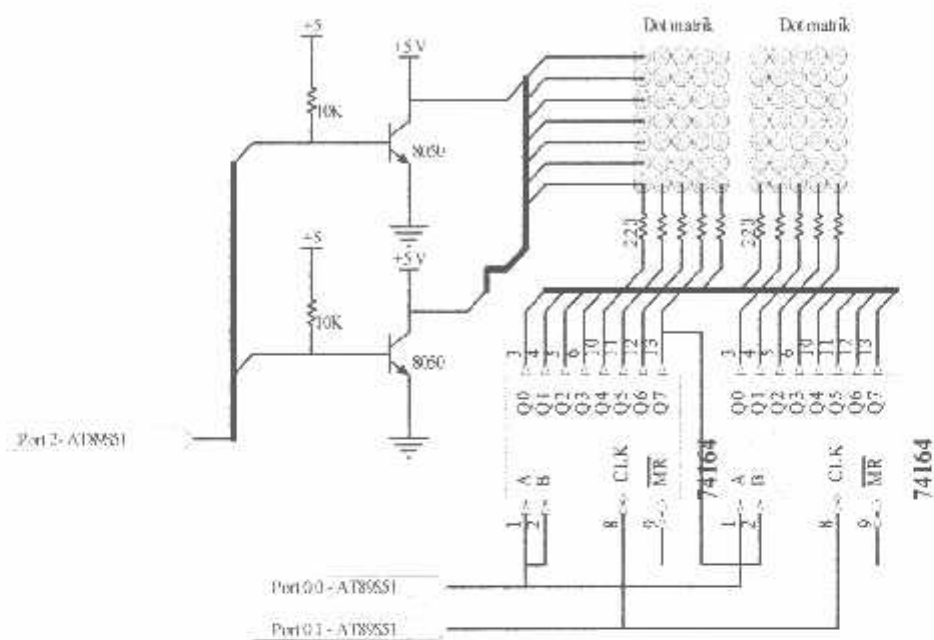
$$\begin{aligned} R_b &= \frac{5 - 0,7}{0,416 \text{ mA}} \\ &= \frac{4,3}{0,416 \text{ mA}} = 10,33 \times 10^3 \Omega \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai  $R_B$  sebesar  $10,33 \times 10^3 \Omega$  atau disederhanakan menjadi  $10 \text{ K}\Omega$ .

### 3.9. Dot Matrik

Display LED dot matrik yang digunakan adalah dengan ukuran  $5 \times 7$  sebanyak 10 buah. Pada setiap kaki katoda LED dihubungkan semua sehingga menjadi 7 common katoda. Sedangkan pada anoda LED dihubungkan dengan keluaran IC 74164 yang berfungsi sebagai scan kolom. Untuk 10 buah LED dot matrik

membentuk 50 titik kolom dan 7 titik baris, berikut adalah gambar dari rangkaian display dot matrik :



Gambar 3.18  
Rangkaian Driver Dot matrik

Dari rangkaian diatas dapat kita diperoleh nilai Rb yang sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_b = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}}$$

Diketahui dari data sheet transistor 8050 besarnya  $I_C = 80\text{ mA}$ ,  $h_{fe} = 190$ ,  $V_{BE} = 0,66\text{ Volt}$ , sehingga :



$$I_B = \frac{80\mu A}{190} = 0,421\mu A$$

Maka  $R_B$  adalah :

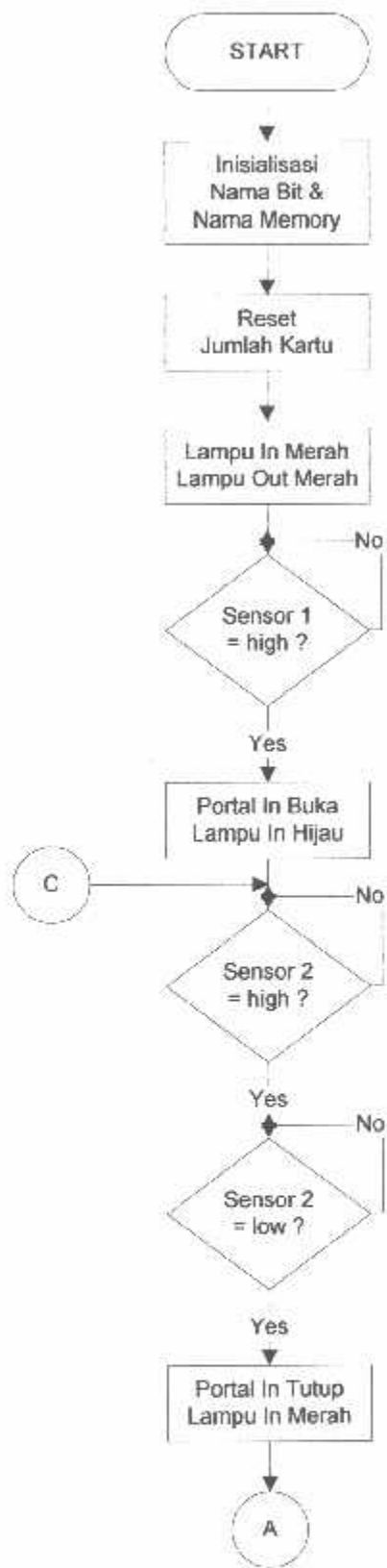
$$\begin{aligned} R_B &= \frac{5 - 0,66}{0,421\mu A} \\ &= \frac{4,34}{0,421\mu A} = 10,30 \times 10^3 \Omega \end{aligned}$$

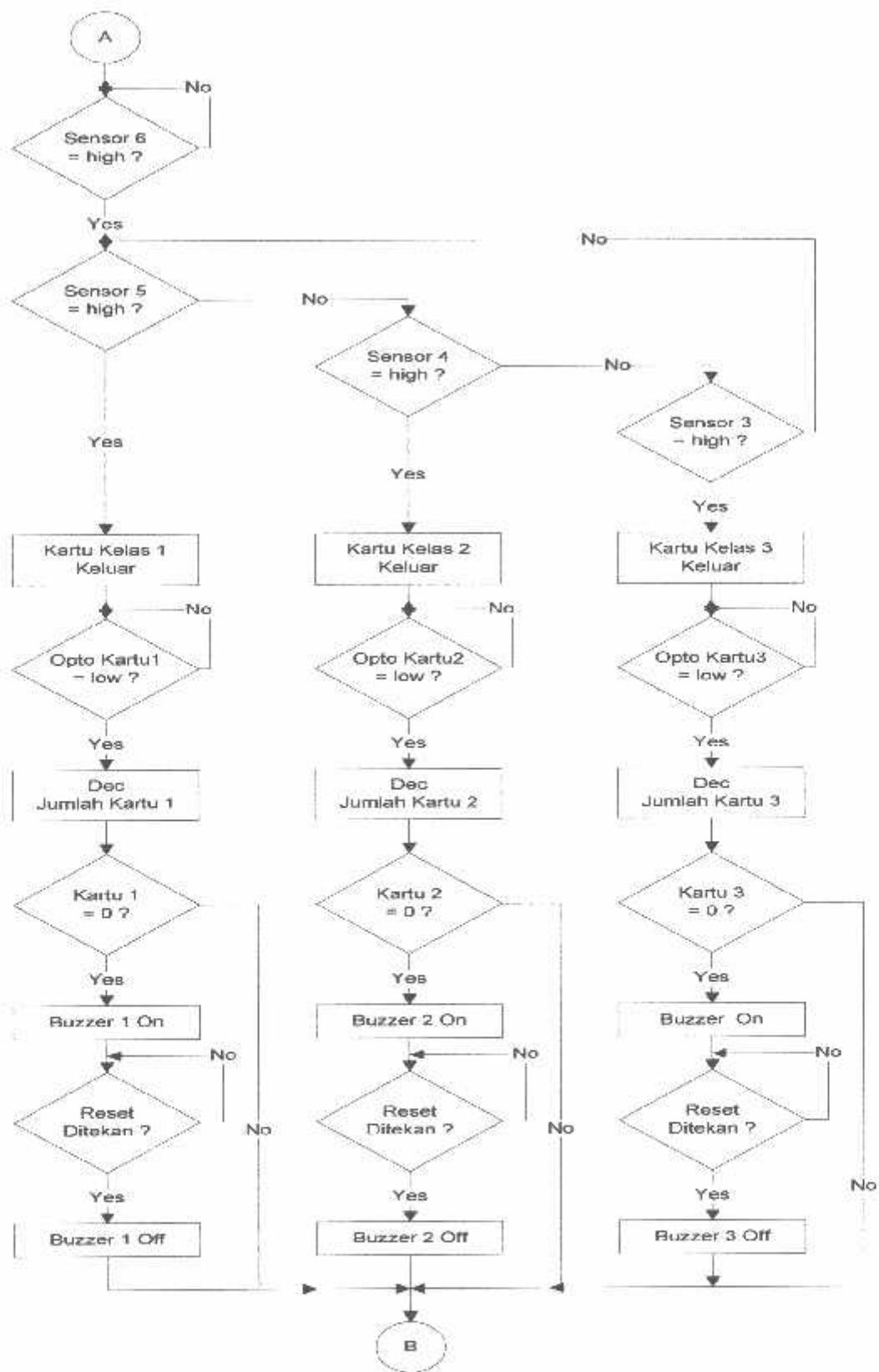
Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai  $R_B$  sebesar  $10,33 \times 10^3 \Omega$  atau disederhanakan menjadi  $10 K\Omega$ .

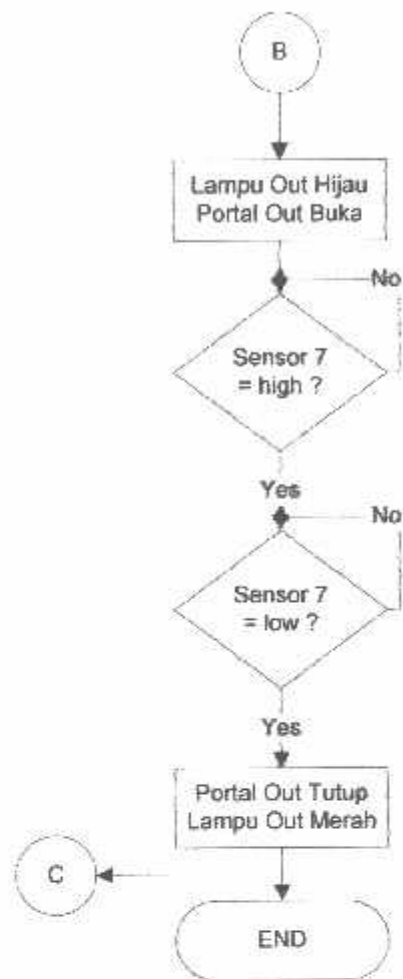
### **3.10. Perancangan perangkat lunak**

#### **3.10.1 Flow chart**

Adapun cara kerja dari perangkat lunak (software) secara umum sebagai berikut:







## **BAB IV**

### **PENGUJIAN ALAT**

Pengujian alat ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan sistem rangkaian. Jadi pada tahap ini akan diketahui nilai-nilai serta parameter-parameter dari setiap bagian yang menyusun sistem secara keseluruhan. Maksud dan tujuan pengujian alat ini adalah untuk mengetahui apakah alat yang telah direncanakan dan dibuat dapat bekerja dengan baik.

Pengujian alat ini meliputi pengujian terhadap:

1. Pengujian sistem
2. Pengujian rangkaian driver motor DC pada portal
3. Pengujian rangkaian driver motor DC pada box kartu
4. Pengujian rangkaian LED
5. Pengujian rangkaian driver infra merah
6. Pengujian rangkaian driver optocoupler
7. Pengujian rangkaian driver buzzer
8. Pengujian dot matrix
9. Pengujian perangkat lunak

#### **4.1. Pengujian Sistem**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor-sensor bekerja dengan baik dan untuk mendeteksi apakah kendaraan yang masuk termasuk golongan I, II atau III

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Sensor Penggolongan Kendaraan dan Motor Box Kartu

No	Input	Sensor 6	Sensor 5	Sensor 4	Sensor 3	Motor	Ket.
1	Sedan	OFF	OFF	ON	ON	Motor 1	Sesuai
2	Bus	OFF	OFF	OFF	ON	Motor 2	Sesuai
3	Tronton	OFF	OFF	OFF	OFF	Motor 3	Sesuai
4	Sedan	OFF	OFF	ON	ON	Motor 1	Sesuai
5	Bus	OFF	OFF	OFF	ON	Motor 2	Sesuai
6	Tronton	OFF	OFF	OFF	OFF	Motor 3	Sesuai
7	Sedan	OFF	OFF	ON	ON	Motor 1	Sesuai
8	Bus	OFF	OFF	OFF	ON	Motor 2	Sesuai
9	Tronton	OFF	OFF	OFF	OFF	Motor 3	Sesuai
10	Sedan	OFF	OFF	ON	ON	Motor 1	Sesuai

Keterangan:

OFF: Sensor tidak aktif ( Sensor terhalangi)

ON: Sensor Aktif (Sensor tidak terhalangi)

Dari data hasil percobaan sensor penggolongan kendaraan dan motor box kartu diatas diatas dapat diketahui keakuratan sensor sebagai berikut:

10 kali percobaan

10 kali berhasil

$$\begin{aligned}\text{Keakuratan sensor} &= \frac{10}{10} \times 100 \% \\ &= 100\%\end{aligned}$$

## 4.2 Pengujian Rangkaian Driver Motor DC Pada Portal

### 1. Tujuan:

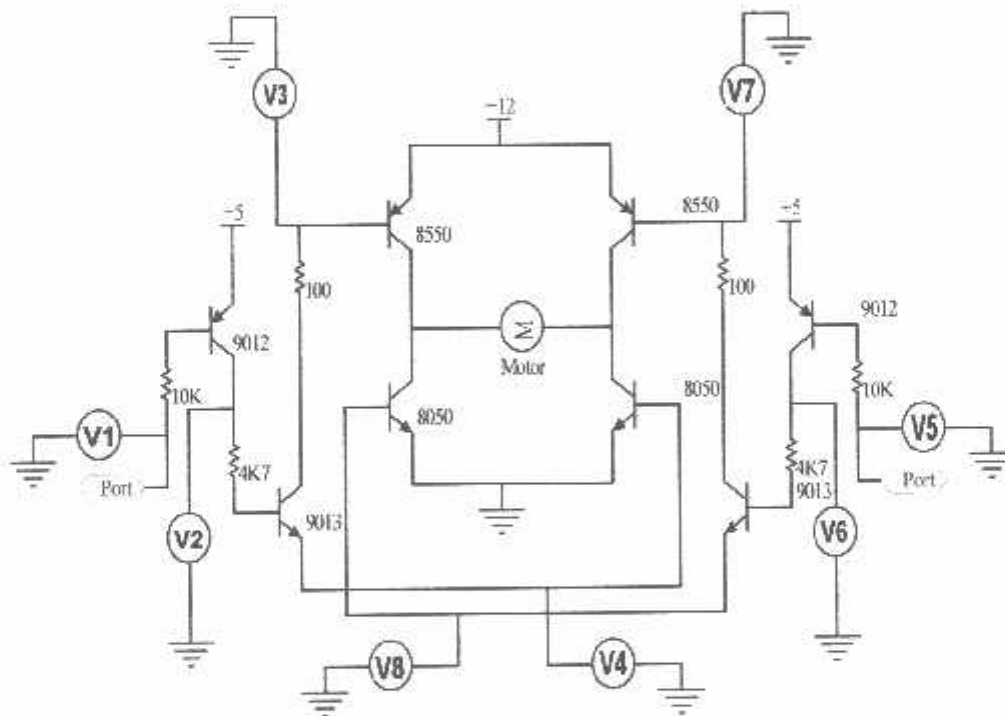
Mengetahui nilai tegangan pada rangkaian driver motor DC untuk portal

### 2. Peralatan yang digunakan

- Power supply 5 volt DC dan 12 volt Dc
- Digital multimeter
- Rangkaian driver motor DC pada portal

### 3. Prosedur pengujian:

- Alat-alat dirangkai seperti ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Cara Pengukuran Tegangan Pada Motor Portal Masuk

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC
- Motor DC diberi catu daya 12 volt DC

- Dilakukan pengukuran tegangan pada rangkaian pengujian driver motor DC

#### 4. Hasil pengujian:

Hasil pengujian rangkain driver motor DC adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Pengujian Rangkaian Driver Motor DC pada Portal

V1 (Volt)	V2 (Volt)	V3 (Volt)	V4 (Volt)	V5 (Volt)	V6 (Volt)	V7 (Volt)	V8 (Volt)	Kondisi Motor
0.06	4.36	5.60	1.13	4.38	-0.85	11.28	-2.64	Buka Portal
4.38	-0.85	11.28	-2.64	0.06	4.37	5.60	1.10	Tutup Portal

Besar tegangan output pada mikrokontroller dengan keluaran low dan high dapat dilihat pada gambar dibawah ini



(a)



(b)

Gambar 4.2

(a)Tegangan Output Mikrokontroller (Low), (b)Tegangan Outpun Mikrokontroller (high)



Tabel 4.3 Hasil Pengujian Arus Pada Transistor

Perhitungan			Pengukuran		
Ib(mA)	Ib(mA)	Ic(mA)	Ib(mA)	Ib(mA)	Ic(mA)
9012	9013	9013	9012	9013	9013
0,416	0,909	100	0,43	1	40

4.3. Pengujian Rangkaian Driver Motor Pada Box Kartu

1. Tujuan

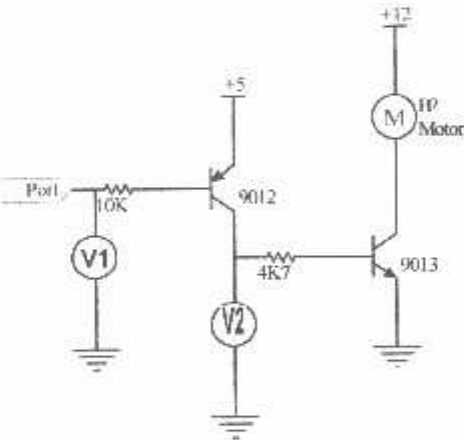
Mengetahui nilai tegangan pada rangkaian driver motor pada box kartu

2. Peralatan yang dibutuhkan:

- Power supply 5 volt DC dan 12 volt Dc
- Digital multimeter
- Rangkaian driver motor DC pada box kartu

3. Prosedur pengujian:

- Alat-alat dirangkai seperti ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4.3 Rangkaian Pengukuran Tegangan Pada Motor Box Kartu

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC
- Motor DC diberi catu daya 12 volt DC

- Dilakukan pengukuran tegangan pada rangkaian pengujian driver motor DC

#### 4. Hasil pengujian:

Hasil pengujian driver motor DC pada box kartu adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Motor pada Box Kartu

V1 (Volt)	V2 (Volt)	Kondisi
4.17	-1.73	Motor diam
0.01	4.32	Motor berputar

Besar tegangan output pada mikrokontroller dengan keluaran low dan high dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



(a)



(b)

Gambar 4.4.

(a)Tegangan Output Mikrokontroller (low), (b)Tegangan Output Mikrokontroller (high)

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Arus

Perhitungan		Pengukuran	
Ib(mA) 9012	Ib(mA) 9013	Ib(mA) 9012	Ib(mA) 9013
0,416	0,909	0,43	1

#### 4.4. Pengujian Rangkaian Lampu Indikator Portal

1. Tujuan

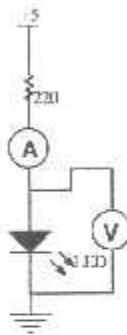
Mengetahui nilai tegangan dan arus dari rangkaian led indikator portal

2. Peralatan yang dibutuhkan:

- Power supply 5 volt DC dan 12 volt Dc
- Digital multimeter
- Rangkaian led indikator portal

3. Prosedur pengujian:

- Alat-alat dirangkai seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4.5. Rangkaian Pengukuran Tegangan Dan Arus Pada  
Lampu Indikator Portal

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC
- Dilakukan pengukuran arus tegangan pada rangkaian pengujian LED

4. Hasil pengujian

Hasil pengujian rangkaian led indikator portal adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6. Hasil Perbandingan Antara Pengukuran dan Perhitungan Rangkaian

LED

$I_{LED}$ (mA)	$V_{OUT}$ (Volt)	Kondisi
17,5	1,97	Led menyala

Besar tegangan LED pada saat pengukuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini

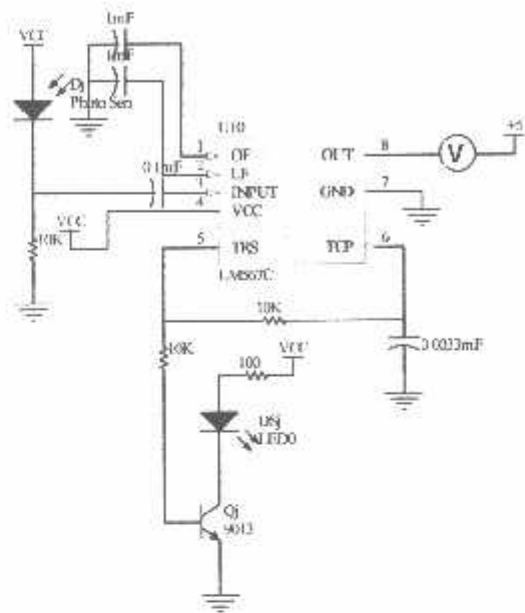


Gambar 4.6. Tampilan Tegangan Output Pada Rangkaian Lampu Portal

4.5. Pengujian Rangkaian Infra Merah

1. Tujuan:
  - Mengetahui nilai tegangan dan frekwensi dari driver infra merah
  - Mengetahui cara mikrokontroler menghasilkan pulsa elektronik.
2. Peralatan yang digunakan
  - Power supply 5 volt
  - Digital multimeter
  - Oscilloscope
  - Rangkaian driver infra merah
3. Prosedur pengujian

- Alat-alat dirangkai seperti ditunjukkan pada gambar 4.6



Gambar 4.7. Rangkaian Pengukuran Tegangan Pada Sensor Infra Merah

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC
- Dilakukan pengukuran tegangan output pada rangkaian pengujian driver infra merah
- Letakkan ujung penyidik oscilloscope pada pemancar(Sebelum Rb pada transistor)

4. Hasil pengujian tegangan:

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Rangkaian Driver Infra Merah

Kondisi Infra Merah	V <sub>OUT</sub> (Volt)
Terhalangi	0
Tidak terhalangi	4.32

Besar tegangan infra merah pada saat pengukuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini

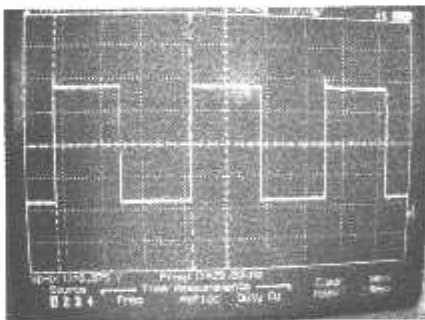


Gambar 4.8 Tampilan Tegangan Output Pada Rangkaian Infra Merah Pada Saat Tidak Terhalangi

5. Hasil pengujian frekwensi

- Frekwensi yang dipancarkan : 29, 63 KHz
- Bentunk gelombang : Persegi

Dari hasil pengujian tegangan didapat Vp-p sebesar 3, 875 Volt dengan frekwensi 29,54KHz



Gambar 4.9 Bentuk Gelombang Dari Rangkaian Driver Infra Merah

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Frekuensi

Perhitungan	Pengukuran
Frekuensi(KHz)	Frekwensi(KHz)
27, 54	29,63

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \frac{\text{Pengukuran} - \text{Perhitungan}}{\text{Pengukuran}} \\
 &= \frac{29,63 - 27,54}{29,63} \\
 &= 0,07 \%
 \end{aligned}$$

#### 4.6. Pengujian Rangkaian Driver Optocoupler

##### 1. Tujuan

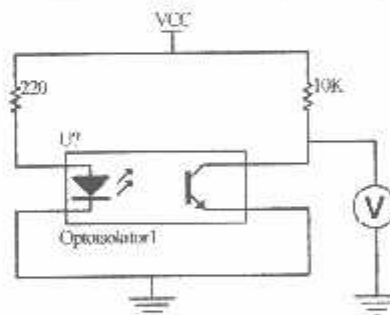
Mengetahui nilai tegangan optocoupler pada rangkaian driver optocoupler

##### 2. Peralatan yang dibutuhkan:

- Power supply 5 volt DC dan 12 volt Dc
- Digital multimeter
- Rangkaian driver optocoupler

##### 3. Prosedur pengujian

- Alat-alat dirangkai seperti ditunjukkan pada gambar 4.6



Gambar 4.10. Rangkaian Pengukuran Tegangan Pada Optocoupler

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC

- Dilakukan pengukuran tegangan output pada rangkaian pengujian driver optocoupler
- Dilakukan pengukuran tegangan pada rangkaian pengujian driver optocoupler pada saat optocoupler terkena cahaya dan tidak terkena cahaya

#### 4. Hasil pengujian

Hasil pengujian rangkaian driver optocoupler

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Optocoupler

Kondisi Optocoupler	$V_{out}$ (Volt)
Tidak terhalang	0
Terhalang	4.32

Besar tegangan out pada saat optocoupler terkena cahaya dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 4.11. Tampilan Tegangan Output pada Saat Optocoupler Tidak Terhalang

#### 4.7 Pengujian Rangkaian Driver Buzzer

##### 1. Tujuan:

Mengetahui nilai tegangan output saat buzzer berbunyi dan led indikator menyala

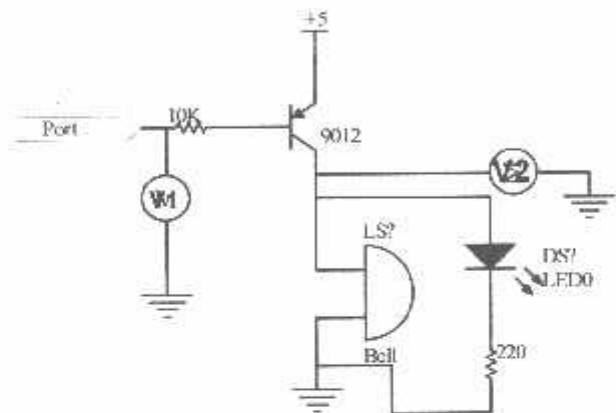


2. Peralatan yang dibutuhkan

- Power supply 5 volt DC dan 12 volt Dc
- Digital multimeter
- Rangkaian driver buzzer

3. Prosedur pengujian

- Alat-alat dirangkai seperti ditunjukkan pada gambar 4.7



Gambar 4.12 Rangkaian Pengukuran Tegangan Pada Driver Buzzer

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC
- Dilakukan pengukuran tegangan output pada rangkaian pengujian driver buzzer

4. Hasil pengujian

Hasil pengujian rangkaian driver buzzer

Tabel 4.10. Hasil Pengujian Rangkaian Driver Buzzer

V1 (Volt)	V2 (Volt)	Kondisi
4.17	-1.73	Buzzer diam
0.01	4.63	Buzzer berbunyi

Besar tegangan output pada saat buzzer berbunyi dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 4.13. Tampilan Tegangan Output Pada Saat Buzzer Berbunyi

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Arus

Perhitungan	Pengukuran
Ib(mA) 9012	Ib(mA) 9012
0,416	0,43

$$\text{Error} = \frac{\text{Pengukuran} - \text{Perhitungan}}{\text{Pengukuran}}$$

$$= \frac{0,43 - 0,416}{0,43}$$

$$= 0,032 \%$$

#### 4.8. Pengujian Dot Matrix

##### 1. Tujuan:

Mengetahui tampilan dot matrix sesuai dengan perintah yang ditulis software

##### 2. Peralatan yang dibutuhkan

- Power supply 5 volt DC
- Rangkaian dot matrix



```

init:   clr      Snsr
;
cek0:   mov      R0, P1
        cjne     R0, #07Eh, cek1
        mov      DPTR, #porong
        mov      Jbrs, #255
        lcall    t1s1jn
        lcall    delay1
cek1:   ljmp     cek0
;
Porong: DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 064h, 092h, 092h, 092h, 04Ch, 000h, 01Ch, 02Ah, 02Ah, 02Ah
        DB 018h, 000h, 000h, 082h, 0FEh, 002h, 000h, 000h, 004h, 02Ah
        DB 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h, 03Eh, 020h, 018h, 020h, 01Eh, 000h
        DB 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h, 020h, 0FCh, 022h, 002h
        DB 004h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 0FEh, 082h, 082h, 044h
        DB 038h, 000h, 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h, 020h, 0FCh
        DB 022h, 002h, 004h, 000h, 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h
        DB 03Eh, 010h, 020h, 020h, 01Eh, 000h, 010h, 02Ah, 02Ah, 02Ah
        DB 03Ch, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 0FEh, 082h, 082h, 044h
        DB 038h, 000h, 000h, 022h, 0BEh, 002h, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 000h, 07Ch, 082h, 092h, 092h, 05Ch, 000h, 01Ch, 02Ah, 02Ah
        DB 02Ah, 018h, 000h, 03Eh, 010h, 020h, 020h, 010h, 000h, 0FEh
        DB 012h, 022h, 022h, 01Ch, 000h, 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh
        DB 000h, 03Eh, 010h, 020h, 020h, 01Eh, 000h, 010h, 02Ah, 02Ah
        DB 02Ah, 03Ch, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 080h, 080h, 0FEh
        DB 00Ch, 080h, 000h, 01Ch, 022h, 022h, 022h, 01Ch, 000h, 000h
        DB 082h, 0FEh, 002h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 0FEh, 090h, 090h, 090h, 060h, 000h, 01Ch, 022h, 022h, 022h
        DB 01Ch, 000h, 03Eh, 010h, 020h, 020h, 010h, 000h, 01Ch, 022h
        DB 022h, 022h, 01Ch, 000h, 03Eh, 010h, 020h, 020h, 01Eh, 000h
        DB 010h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 03Ch, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 000h, 000h, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 000h, 000h, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 000h, 000h, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 000h, 000h, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 000h, 000h, 000h, 000h
        DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h

```

end

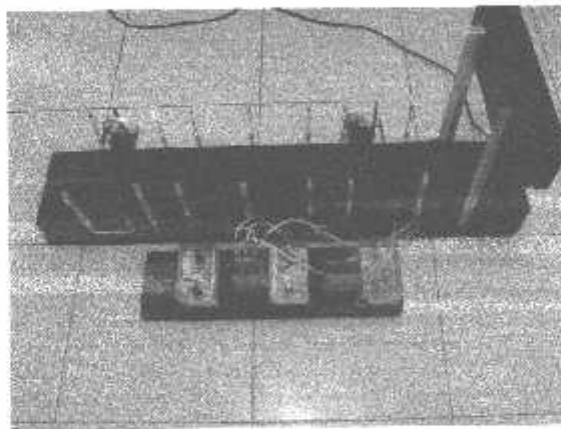
## 4.9. Pengujian Perangkat Lunak

### 4.9.1. Pengujian Program Assembly

Pengujian program assembly ini dilakukan pada saat mengkompilasi program sumber assembly, yang merupakan kumpulan baris-baris perintah dan telah disimpan

dengan extension .ASM. Program ini dapat ditulis menggunakan software text editor seperti notepad atau editor DOS. Pada bagian proses assembly, program .ASM akan dikompile menjadi 2 bagian yaitu listing assembly \*.LST dan program obyek\*.hex yang berisikan kode-kode yang hanya dikenali mikrokontroller. Program inilah yang akan didownloadkan ke mikrokontroller.

#### 4.10 Foto Alat



Gambar 4.15. Foto Alat Tampak Atas



Gambar 4.16. Foto Alat Ketika Dimasuki Truck

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1. Kesimpulan**

Penyusunan laporan skripsi ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan mikrokontroler AT89S51 yang dapat bekerja secara otomatis sebagai ‘Sistem Otomatisasi Penentuan Golongan Kendaraan Pada Pintu Masuk Jalan Tol’. Dari pembuatan alat / skripsi ini dapat di simpulkan bahwa :

#### **1. Spesifikasi Alat:**

- a. Nama alat: Sistem Otomatisasi Penentuan Golongan Kendaraan Pada Pintu Masuk Jalan Tol
- b. Fungsi alat: untuk memberikan kenyamanan dan kemudahan bagi pengendara yang akan melewati jalan tol dan untuk mempermudah kerja operator
- c. Sensor yang digunakan adalah sensor infra merah dimana disini terdapat 14 sensor infra merah yang terpasang di kanan dan kiri jalan, sensor optocoupler yang berfungsi untuk mendeteksi keluarnya kartu pada box kartu dan untuk membuka portal keluar disini terdapat 1 optocoupler pada tiap box kartu.
- d. Motor yang digunakan yaitu potensio motor dimana pada sistem ini terdapat 5 potensio motor, 2 motor untuk portal dan 3 motor terdapat pada box kartu yang berfungsi untuk mendorong kartu keluar.
- e. Buzzer dan led indikator kartu digunakan sebagai tanda bahwa kartu pada box kartu akan segera habis.
- f. Dot matrik digunakan untuk memberikan pesan kepada pengendara tentang nama jalan tol tersebut.

g. Dimensi sistem atau alat:

- Panjang alat : 90 cm
- Lebar alat : 15 cm
- Tinggi alat : 30 cm

## 2. Hasil Pengujian

- a. Sistem pengontrol dalam perancangan ini yang menggunakan mikrokontroller AT89S51 sebagai pengendali utama dan pengolah data dari inputan sensor telah bekerja dengan baik. Terbukti dari hasil pengujian alat setelah dimasuki beberapa kendaraan dengan keakuratan sensor yaitu 100%
- b. Untuk menegndalikan arah putaran motor portal digunakan driver motor yaitu rangkaian H-Bridge. Dimana jika port 2.5 pada mikrokontroler diberi logic 0 maka portal masuk akan terbuka, jika port 2.4 diberi logic 0 portal masuk akan tertutup, jika port 2.7 diberi logic 0 maka portal keluar akan terbuka dan jika port 2.6 diberi logic 0 maka portal keluar akan tertutup.
- c. Driver motor pada box kartu berfungsi untuk memicu tegangan output pada mikrokontroller untuk memutar motor guna mengeluarkan kartu. Dimana jika port 0.5 pada mikrokontroler diberi logic 0 maka motor untuk golongan kartu I akan berputar, jika port 0.6 diberi logic 0 maka motor untuk golongan kartu II akan berputar dan jika port 0.7 diberi logic 0 maka motor untuk golongan kartu III akan berputar.
- d. Driver infra merah yaitu IC LM567 yang menghasilkan frekuensi 27,54KHz mampu mendeteksi dengan baik. Dengan output 4,32 V

pada saat tidak terhalangi dan 0 V pada saat terhalang. Output dari IC LM567 ini digunakan sebagai input mikrokontroller untuk membuka dan menutup portal dan mendeteksi panjang kendaraan.

- e. Untuk mengetahui apakah ada kartu yang akan segera habis pada box kartu digunakan alarm dan juga led indikator sebagai pemberitahuan. Mikrokontroller akan mengatur kerja dari seluruh sistem dan akan memberikan logic pada driver dan mengaktifkan alarm
- f. Output sensor *optocoupler* untuk mendeteksi apakah kartu yang keluar sudah diambil atau belum, jika kartu sudah diambil maka portal keluar akan terbuka output dari driver optocoupler pada saat tidak terhalangi adalah 0 V dan pada saat terhalang 4,32 V.
- g. Driver Display dot matrik untuk menampilkan pesan kepada pengendara yang akan memasuki pintu masuk jalan tol. Terdapat saklar rotari untuk menampilkan tulisan yang berbeda. Terdapat 4 kondisi, kondisi pertama untuk menampilkan tulisan “Rizal Prakoso 02.17.005”, kondisi kedua menampilkan tulisan “Selamat Datang Di Gerbang Tol Gempol”, kondisi ketiga untuk menampilkan tulisan “Selamat Datang Di Gerbang Tol Waru”, kondisi keempat menampilkan tulisan “Selamat datang Di Gerbang Tol Porong”.

### 3. Keunggulan Alat

- a. Semua sistem pada alat ini diatur secara otomatis, mulai dari membuka portal masuk, menutupnya kemabali, lalu mendeteksi panjang kendaraan untuk mengetahui golongan kendaraan tersebut,



kemudian mengeluarkan kartu golongan dan membuka portal keluar hingga menutupnya kembali, semua dilakukan secara otomatis.

- b. Ketika buzzer berbunyi sebagai tanda bahwa kartu pada box kartu akan segera habis, operator harus segera mematikan buzzer dan mengisi kartu golongan pada box kartu yang akan segera habis tersebut. Jadi dengan sistem ini operator tidak perlu lagi berulang kali memberikan kartu golongan kendaraan kesetiap pengendara yang akan memasuki jalan tol tersebut.

## 5.2. Saran

Dalam pembuatan skripsi ini masih banyak terdapat beberapa kekurangan sehingga untuk mencapai hasil yang lebih sempurna maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

- a. Sistem ini dapat dikembangkan lagi contohnya dengan menambahkan beberapa sensor untuk membuka dan menutupnya portal serta untuk mendeteksi panjang kendaraan. Penambahan sensor ini akan lebih memaksimalkan pendeteksian dan pengukuran panjang kendaraan.
- b. Alat ini bisa lebih dikembangkan lagi dengan menambahkan LCD untuk menampilkan jenis golongan kendaraan serta output suara.
- c. Jarak Tx dan Rx sebaiknya sedekat mungkin sesuai kebutuhan dan posisinya sensor harus ditempatkan pada posisi yang tepat agar lebih baik lagi dalam mendeteksi kendaraan yang masuk dan keluar serta dalam pengukuran panjang kendaraan.

## DAFTAR PUSTAKA

- *Data sheet AT 89S51* <http://www.atmel.com>
  - Setiawan Sultan, *Mudah dan Menyenangkan Belajar Mikrokontroller*, Penerbit Andi
  - Setiawan Rachmad, *Mikrokontroller MCS-51*, Penerbit Graha Ilmu
  - *Datasheet IC LM567* <http://www.national.com>
  - *Datasheet Phototransistor* <http://www.fairchildsemi.com>
  - *H-Bridges Teory and Practice by McManis Chuck Desember 2003*
  - *Datasheet IC 74LS164* <http://www.fairchildsemi.com>
-

LAURENCE

---



**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa	: Rizal Prakoso
NIM	: 02.17.005
Jurusan	: Teknik Elektro S1
Konsentrasi	: Teknik Elektronika
Judul Skripsi	: Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatisasi Penentuan Golongan Kendaraan Pada Pintu Masuk Jalan Tol
Masa Penulisan Skripsi	: 27 Juli 2006 s/d 27 Januari 2007
Dievaluasi Dengan Nilai	: 90 ( Sembilan Puluh )

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Elektro S1**

Ir. F. Yudi L. Praptono, M.T.  
NIP. 1039500274

Malang,   Maret 2007

**Dosen Pembimbing**

Joseph Dedy Irawan, S.T., MT.  
NIP. 132315178



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

### LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Rizal Prakoso  
NIM : 02.17.005  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Hari / Tanggal Ujian Skripsi : Jum'at / 16 Maret 2007

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Skema Rangkaian Sistem	
2.	Kesimpulan	

Telah Diperiksa / Disetujui :

**Dosen Penguji II**

DR. Cahyo Chrysdian, Msc.  
NIP. 1030400412

Mengetahui,

**Dosen pembimbing**

Joseph Dedy Irawan, ST, MT.  
NIP. 132315178



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : RIZAL PRAKOSO  
NIM : 02 17 005  
Masa Bimbingan : 27 Juli 2006 - 27 Januari 2007  
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM  
OTOMATISASI PENENTUAN GOLONGAN KENDARAAN  
PADA PINTU MASUK JALAN TOL

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	11/12 '06	Rev BAB I : Latar belakang, rumusan	
2		masalah, & batasan masalah	
3		Rev BAB II : Referensi Sumber.	
4	18/12 '06	Acc Bab I & II	
5	06/01 '07	Acc Bab III	
6	13/01 '07	Rev Bab IV : Hitung kesalahan/error.	
7	27/01 '07	Acc Bab IV & V & Daftar Isi	
8	10/02 '07	Acc Seminar Hasil	
9	26/2 '07	Acc KOMPRES	
10			

Malang, 26-2-2007  
Dosen Pembimbing

Joseph Dedy Irawan, ST, MT  
NIP : 132 315178

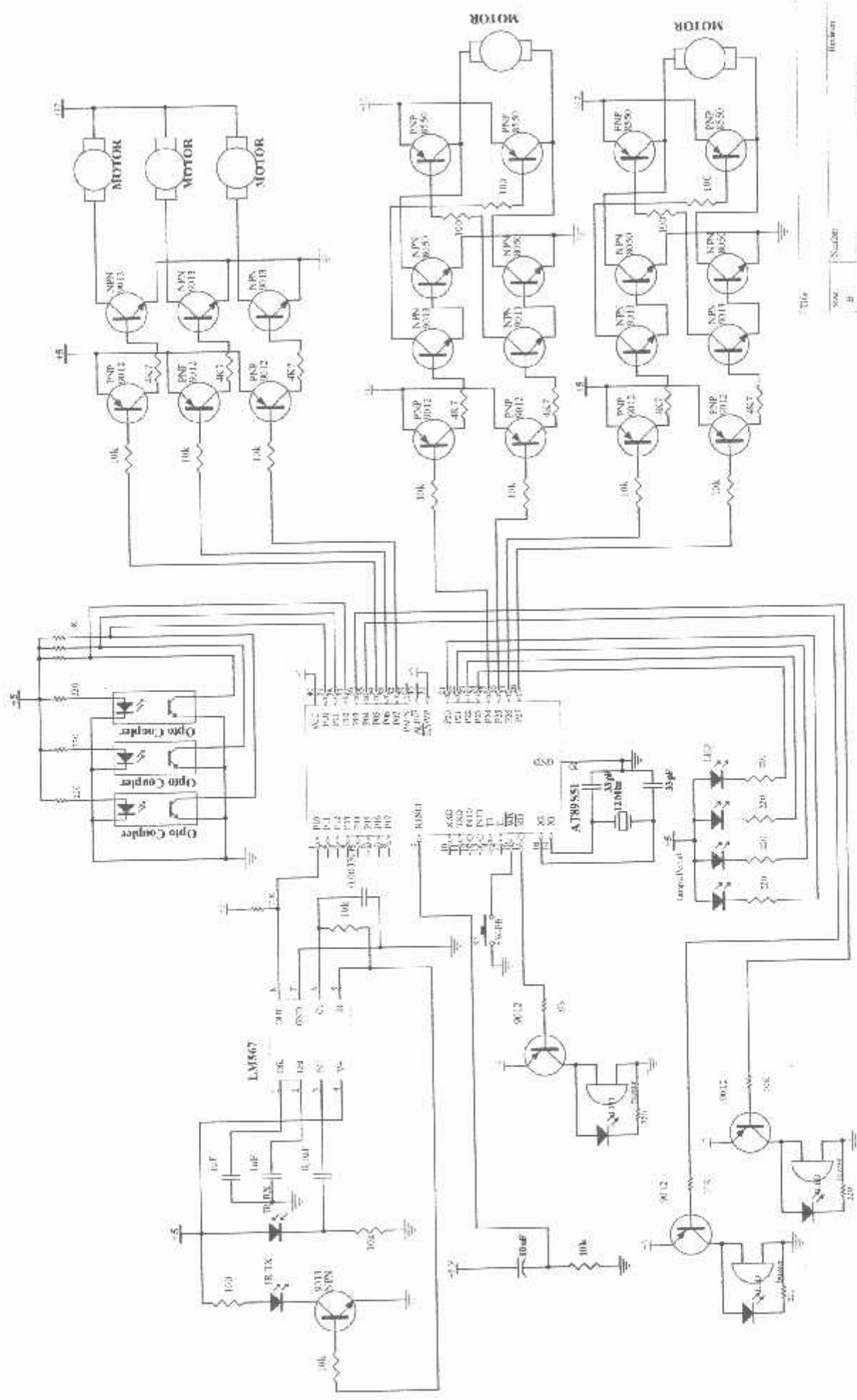
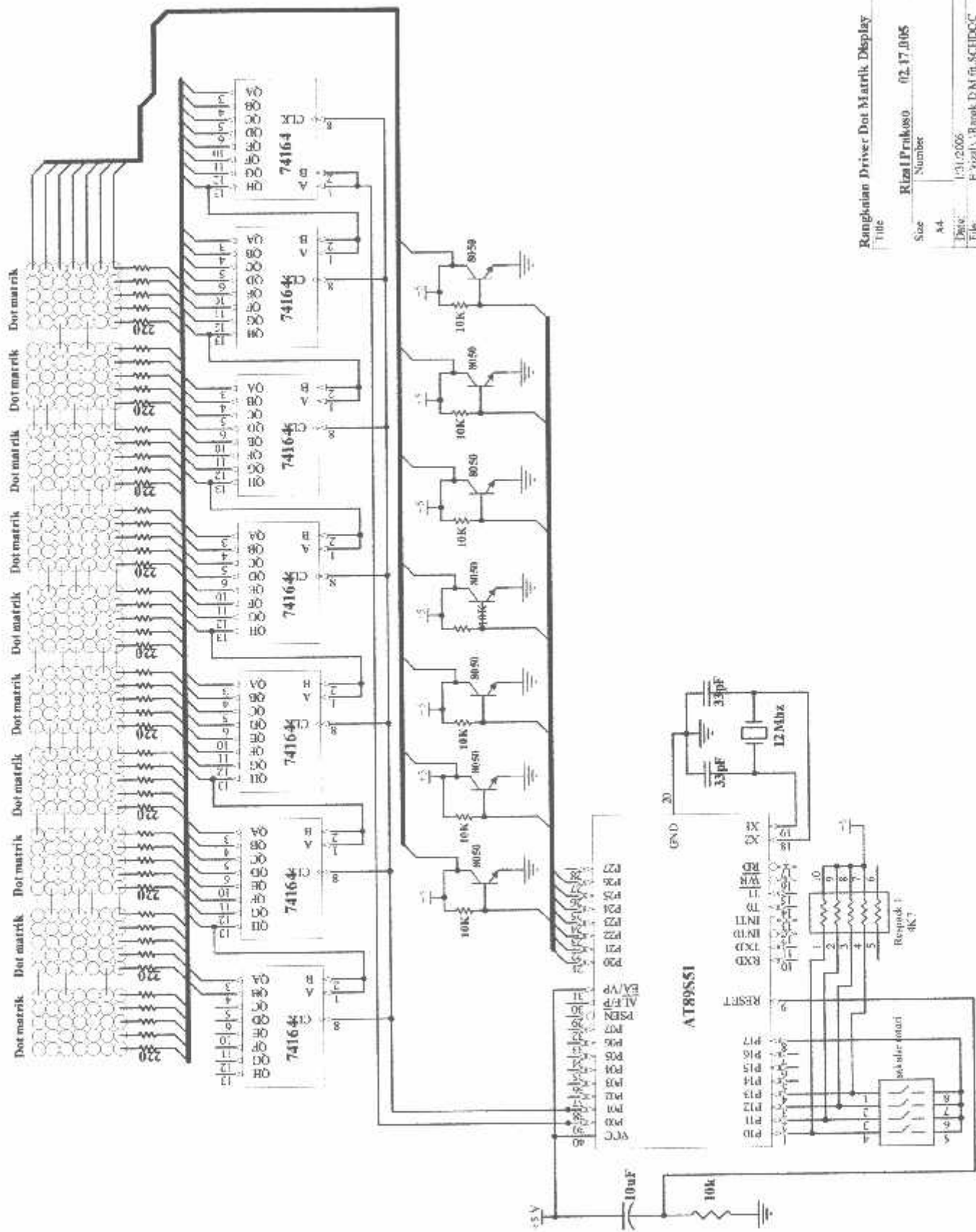


Figure 1

Name		Date	
No.		Page	
Subject		Page	
Institution		Page	



# Rangkaian Driver Dot Matrix Display

Title

Rizal Prukoso 02.17.005

Revision

Size Number

A4

Date

13.12.2006

Sheet of

1

Drawn By

Rizal Prukoso



```

;=====;
; program sistem penentuan golongan kendaraan pada pintu masuk jalan tol ;
;=====;

```

```

org      0h

```

```

;
Opk1     Bit P0.0      ; opto kartu 1
Opk2     Bit P0.1      ; opto kartu 2
Opk3     Bit P0.2      ; opto kartu 3
Buz1     Bit P0.3      ; buzzer 1
Buz2     Bit P0.4      ; buzzer 2
Mtk1     Bit P0.5      ; motor kartu 1
Mtk2     Bit P0.6      ; motor kartu 2
Mtk3     Bit P0.7      ; motor kartu 3
Lmot     Bit P2.0      ; lampu merah out
Lhot     Bit P2.1      ; lampu hijau out
Lmin     Bit P2.2      ; lampu merah in
Lhin     Bit P2.3      ; lampu hijau in
Pint     Bit P2.4      ; portal in tutup
Pinb     Bit P2.5      ; portal in buka
Pott     Bit P2.6      ; portal out tutup
Potb     Bit P2.7      ; portal out buka
Sn1b     Bit P1.0      ; sensor 1 bawah
Sn1a     Bit P1.1      ; sensor 1 atas
Sn2b     Bit P1.2      ; sensor 2 bawah
Sn2a     Bit P1.3      ; sensor 2 atas
Sn3b     Bit P1.4      ; sensor 3 bawah
Sn3a     Bit P1.5      ; sensor 3 atas
Sn4b     Bit P1.6      ; sensor 4 bawah
Sn4a     Bit P1.7      ; sensor 4 atas
Sn5b     Bit P3.0      ; sensor 5 bawah
Sn5a     Bit P3.1      ; sensor 5 atas
Sn6b     Bit P3.2      ; sensor 6 bawah
Sn6a     Bit P3.3      ; sensor 6 atas
Sn7b     Bit P3.4      ; sensor 7 bawah
Sn7a     Bit P3.5      ; sensor 7 atas
Rsbz     Bit P3.6      ; reset buzzer
Buz3     Bit P3.7      ; buzzer 3
Sts1     Equ 30h       ; status sensor 1
Sts2     Equ 31h       ; status sensor 2
Sts3     Equ 32h       ; status sensor 3
Sts4     Equ 33h       ; status sensor 4
Sts5     Equ 34h       ; status sensor 5
Sts6     Equ 35h       ; status sensor 6
Sts7     Equ 36h       ; status sensor 7
Ctk1     Equ 37h       ; counter kartu 1
Ctk2     Equ 38h       ; counter kartu 2
Ctk3     Equ 39h       ; counter kartu 3
Dly0     Equ 40h       ; delay 0
Dly1     Equ 41h       ; delay 1
Dly2     Equ 42h       ; delay 2

```

```

;=====;
;                               ;
;                               ;
;=====;

```

```

init:    acall    delays      ; panggil delays
         mov      Ctk1,#4      ; isi Ctk1 dengan #4

```

```

        mov     Ctk2,#4           ; isi Ctk2 dengan #4
        mov     Ctk3,#4           ; isi Ctk3 dengan #4
;
cek00:  acall   lpinmr             ; lampu in merah
        acall   lpotmr            ; lampu out merah
        acall   rststs            ; reset status sensor
        acall   snsr1             ; baca sensor 1
        cjne    A,#1,cek00        ; cek status sensor
        acall   lpinhj            ; lampu in hijau
        acall   lpctmr            ; lampu out merah
        acall   ptinbk            ; buka portal in
;
cek01:  acall   rststs            ; reset status sensor
        acall   snsr2             ; baca sensor 2
        cjne    A,#1,cek01        ; cek status sensor
        acall   delays            ; panggil delays
cek02:  acall   lpinmr            ; panggil lampu in merah
        acall   rststs            ; reset status sensor
        acall   snsr2             ; baca sensor 2
        cjne    A,#0,cek02        ; cek status sensor
        acall   ptintt            ; tutup portal in
;
cek03:  acall   rststs            ; \
        acall   snsr6             ; | cek sensor 6
        cjne    A,#1,cek03        ; /
        acall   delays            ; panggil delays
        acall   delays            ; panggil delays
;
cek04:  acall   rststs            ; \
        acall   snsr3             ; | jika sensor 3 terhalang
        cjne    A,#1,cek05        ; | maka kartu kelas 3 keluar
        sjmp    cek07             ; /
cek05:  acall   rststs            ; \
        acall   snsr4             ; | jika sensor 4 terhalang
        cjne    A,#1,cek06        ; | maka kartu kelas 2 keluar
        sjmp    cek08             ; /
cek06:  acall   rststs            ; \
        acall   snsr5             ; | jika sensor 5 terhalang
        cjne    A,#1,cek04        ; | maka kartu kelas 1 keluar
        jmp     cek09             ; /
;
cek07:  acall   otgr3             ; panggil motor kartu3
tgkr3:  jb      Opk3,tgkr3         ; jika opk3=1 maka lompat ke tgkr3
        acall   ptonbk            ; panggil portal out buka
        acall   lpothj            ; panggil lampu out hijau
        dec     Ctk3              ; decremen Ctk3
        mov     A,Ctk3            ; isi A dengan Ctk3
        cjne    A,#0,cek07        ; bandingkan A dengan #0 jika tidak sama
                                   ; lompat ke ck07
;
tgkr3:  clr     Buz3              ; \
        acall   delays            ; |
        setb    Buz3              ; |
        acall   delays            ; |
        clr     Buz3              ; |
        acall   delays            ; |
        setb    Buz3              ; |
        acall   delays            ; |

```

---

```

clr      Buz3          ;
acall    delays        ;
setb     Buz3          ;
acall    delays        ;
acall    delays        ; bunyi buzze 3
acall    delays        ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
clr Buz3              ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
setb     Buz3          ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
acall    delays        ;
jb       Rsbz,tgrs3    ; jika Rsbz=1 maka lompat ke tgrs3
mov      Ctk3,#4        ; isi Ctk dengan #4
jmp      cek0B          ; lompat ke cek0B
cek07:   jmp      cek0A  ; lompat ke cek 0A
;
cek08:   acall    otkrt2 ; panggil motor kartu2
tgkr2:   jb       Opk2,tgkr2 ; jika opk2=1 lompat ke tgrs2
         acall    ptotbk  ; panggil portal out buka
         acall    lpothj  ; panggil lampu out hijau
         dec      Ctk2    ; decremen Ctk2
         mov      A,Ctk2  ; isi A dengan Ctk2
         cjne     A,#0,cek08 ; bandingkan A dengan #0 jika tidak sama
                                lompat ke cek08
tgrs2:   clr      Buz2          ;\
         acall    delays        ;
         setb     Buz2          ;
         acall    delays        ;
         clr      Buz2          ;
         acall    delays        ;
         setb     Buz2          ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ; bunyi buzzer 2
         acall    delays        ;
         clr Buz2              ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ;
         setb     Buz2          ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ;
         acall    delays        ;

```

```

        acall    delays          ; |
        acall    delays          ;/
        jb      Rsbz,tgrs2       ; jika Rsbz=1 maka lompat ke tgrs2
        mov     Ctk2,#4          ; isi counter kartu dengan #4
        sjmp    cek0B           ; lompat ke cek 0B
cek08:   sjmp    cek0A           ; lompat ke cek 0A
;
cek09:   acall    optokrt1       ; panggil opto krtu 1
tgkrl:   jb      Opkl,tgkrl      ; jika opkl = 1 maka lompat ke tgkr 1
        acall    ptctbk         ; panggil ptotbk
        acall    lpothj         ; panggil lpothj
        dec     Ctk1            ; dec jumlah kartu
        mov     A,Ctk1          ; isikan A dengan ctk1
        cjne    A,#0,cek09      ; bandingkan A dengan #0 jika tidak sama
                                ; lompat ke ck09
tgrs1:   clr     Buz1            ; \
        acall    delays          ; |
        setb    Buz1           ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        clr     Buz1            ; |
        acall    delays          ; | bunyi buzzer 1
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        setb    Buz1           ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ; |
        acall    delays          ;/
        jb      Rsbz,tgrs1      ; jika Rsbz=1 maka lompat ke tgrs1
        mov     Ctk1,#4         ; isi counter kartu dengan #4
        sjmp    cek0B           ; lompat ke cek 0B
cek09:   sjmp    cek0A           ; lompat ke cek 0A
;
cek0A:   acall    rststs        ; reset status sensor
        acall    snsr7          ; baca sensor 7
        cjne    A,#1,cek0A      ; cek status sensor
        acall    delays         ; panggil delays
cek0B:   acall    rststs        ; reset status sensor
        acall    snsr7          ; baca sensor 7
        cjne    A,#0,cek0B      ; cek status sensor
        acall    ptotbt        ; tutup portal out
        acall    delays         ; panggil delays
        ljmp    cek00           ; lompat ke cek00
;
;=====
;                      cek sensor
;=====
;
snr1:   jnb      Sns1,snsta      ; cek jika sn1a=0 lompat ke snsta
        mov     Sts1,#1         ; isikan sts1 dengan #1

```

```

sns1a: jnb     Sn1b,sns1b      ; cek jika sn1b=0 lompat ke sns1b
      mov     Sts1,#1         ; isikan sts1 dengan #1
sns1b: mov     A,Sts1         ; isikan A dengan sts1
      ret                                     ; kembali
;=====
snsr2: jnb     Sn2a,sns2a      ; cek jika sn2a=0 lompat ke sns2a
      mov     Sts2,#1         ; isikan sts2 dengan #1
sns2a: jnb     Sn2b,sns2b      ; cek jika sn2b=0 lompat ke sns2b
      mov     Sts2,#1         ; isikan sts2 dengan #1
sns2b: mov     A,Sts2         ; isikan A dengan sts2
      ret                                     ; kembali
;=====
snsr3: jnb     Sn3a,sns3a      ; cek jika sn3a=0 lompat ke sns3a
      mov     Sts3,#1         ; isikan sts3 dengan #1
sns3a: jnb     Sn3b,sns3b      ; cek jika sn3b=0 lompat ke sns3b
      mov     Sts3,#1         ; isikan sts3 dengan #1
sns3b: mov     A,Sts3         ; isikan A dengan sts3
      ret                                     ; kembali
;=====
snsr4: jnb     Sn4a,sns4a      ; cek jika sn4a=0 lompat ke sns4a
      mov     Sts4,#1         ; isikan sts4 dengan #1
sns4a: jnb     Sn4b,sns4b      ; cek jika sn4b=0 lompat ke sns4b
      mov     Sts4,#1         ; isikan sts4 dengan #1
sns4b: mov     A,Sts4         ; isikan A dengan sts4
      ret                                     ; kembali
;=====
snsr5: jnb     Sn5a,sns5a      ; cek jika sn5a=0 lompat ke sns5a
      mov     Sts5,#1         ; isikan sts5 dengan #1
sns5a: jnb     Sn5b,sns5b      ; cek jika sn5b=0 lompat ke sns5b
      mov     Sts5,#1         ; isikan sts5 dengan #1
sns5b: mov     A,Sts5         ; isikan A dengan sts5
      ret                                     ; kembali
;=====
snsr6: jnb     Sn6a,sns6a      ; cek jika sn6a=0 lompat ke sns6a
      mov     Sts6,#1         ; isikan sts6 dengan #1
sns6a: jnb     Sn6b,sns6b      ; cek jika sn6b=0 lompat ke sns6b
      mov     Sts6,#1         ; isikan sts6 dengan #1
sns6b: mov     A,Sts6         ; isikan A dengan sts6
      ret                                     ; kembali
;=====
snsr7: jnb     Sn7a,sns7a      ; cek jika sn7a=0 lompat ke sns7a
      mov     Sts7,#1         ; isikan sts7 dengan #1
sns7a: jnb     Sn7b,sns7b      ; cek jika sn7b=0 lompat ke sns7b
      mov     Sts7,#1         ; isikan sts7 dengan #1
sns7b: mov     A,Sts7         ; isikan A dengan sts7
      ret                                     ; kembali
;=====
;
;
; reset status sensor
;=====
rststs: mov     Sts1,#0        ; \
      mov     Sts2,#0        ; |
      mov     Sts3,#0        ; |
      mov     Sts4,#0        ; | reset status
      mov     Sts5,#0        ; |
      mov     Sts6,#0        ; |
      mov     Sts7,#0        ; /

```

```

    acall delays          ; panggil delays
    ret                   ; kembali
;
;=====
;                          buka portal masuk
;=====
ptinbk: clr      Pinb          ; hidupkan pinb
        acall    delayp        ; panggil delayp
        setb     Pinb          ; matikan pinb
        ret              ; kembali
;
;=====
;                          tutup portal masuk
;=====
ptintt: clr      Pint          ; hidupkan pint
        acall    delayp        ; panggil delay
        setb     Pint          ; matikan pint
        ret              ; kembali
;
;=====
;                          buka portal keluar
;=====
ptotbk: clr      Potb          ; hidupkan potb
        acall    delayp        ; panggil deayp
        setb     Potb          ; matikan potb
        ret              ; kembali
;
;=====
;                          tutup portal keluar
;=====
ptottt: clr      Pott          ; hidupkan pott
        acall    delayp        ; panggil delayp
        setb     Pott          ; matikan pott
        ret              ; kembali
;
;=====
;                          motor kartu1
;=====
otkrt1: clr      Mtk1          ; hidupkan Mtk1
        acall    delayk        ; panggil delayk
        setb     Mtk1          ; matikan Mtk1
        ret              ; kembali
;
;=====
;                          motor kartu2
;=====
otkrt2: clr      Mtk2          ; hidupkan Mtk2
        acall    delayk        ; panggil delayk
        setb     Mtk2          ; matikan Mtk2
        ret              ; kembali
;
;=====
;                          motor kartu3
;=====
otkrt3: clr      Mtk3          ; hidupkan Mtk3
        acall    delayk        ; panggil delayk

```

---

```

        setb    Mtk3          ; matikan Mtk3
        ret              ; kembali
;
;=====;
;          lampu portal masuk merah          ;
;=====;
lpinmr: clr     Lmin          ; hidupkan lampu merah
        setb    Lhin          ; matikan lampu hijau
        ret              ; kembali
;
;=====;
;          lampu portal masuk hijau          ;
;=====;
lpinhj: setb    Lmin          ; matikan lampu merah
        clr     Lhin          ; nyalakan lampu hijau
        ret              ; kembali
;
;=====;
;          lampu portal keluar merah         ;
;=====;
lpotmr: clr     Lmet          ; nyalakan lampu merah
        setb    Lhot          ; matikan lampu hijau
        ret              ; kembali
;
;=====;
;          lampu portal keluar hijau         ;
;=====;
lpothj: setb    Lmet          ; matikan lampu merah
        clr     Lhot          ; nyalakan lampu hijau
        ret              ; kembali
;
;=====;
;          program delay                     ;
;=====;
jeda:   mov     Dly0,#255      ; isikan Dly0 dengan #255
jd:     djnz    Dly0,jd        ; bandingkan jika Dly0 tidak 0 lompat ke jd
        ret              ; kembali
;
delays: mov     Dly1,#255      ; isikan Dly1 dengan #255
dlys:   acall   jeda           ; panggil jeda
        djnz    Dly1,dlys      ; bandingkan jika Dly1 tidak 0 lompat ke dlys
        ret              ; kembali
;
delayp: mov     Dly2,#13       ; \
dlyp:   acall   delays         ; | delay motor portal
        djnz    Dly2,dlyp      ; /
        ret
;
delayk: mov     Dly2,#40       ; \
dlyk:   acall   delays         ; | delay motor kartu
        djnz    Dly2,dlyk      ; /
        ret
;
end

```

```
program dot matrik
```

```

org      0h
;
DtAB     Bit P0.0
Clck     Bit P0.1
Snsr     Bit P1.7
Cnt0     Equ 40h
Tstd     Equ 41h
Tjln     Equ 42h
Dots     Equ 43h
Jbrs     Equ 44h
Dly0     Equ 50h
Dly1     Equ 51h
Dly2     Equ 52h
;
init:    clr      Snsr
;
cek0:    mov      R0,P1          ; isikan R0 dengan P1
         cjne     R0,#07Eh,cek1 ; bandingkan R0 dgn #07Eh,jika tidak
                                     ; lompat ke cek1
         mov      DPTR,#Rizal   ; isi DPTR dengan #Rizal
         mov      Jbrs,#255     ; isi jumlah baris dengan #255
         lcall    tlsjln        ; Panggil tlsjln(tulis jalan)
         lcall    delay1        ; panggil delay1
cek1:    mov      R0,P1          ; masukkan P1 ke R0
         cjne     R0,#07Dh,cek2 ; bandingkan R0 dgn #07Dh,jika tidak
                                     ; lompat ke cek2
         mov      DPTR,#Gempol  ; isi DPTR dengan #Gempol
         mov      Jbrs,#255     ; isi jumlah baris dengan #255
         lcall    tlsjln        ; panggil tlsjln(tulis jalan)
         lcall    delay1        ; panggil delay1
cek2:    mov      R0,P1          ; masukkan P1 ke R0
         cjne     R0,#07Bh,cek3 ; bandingkan R0 dgn #07Bh, jika tidak
                                     ; lompat ke cek3
         mov      DPTR,#Waru    ; isi DPTR dengan #waru
         mov      Jbrs,#255     ; isi jumlah baris dengan #255
         lcall    tlsjln        ; panggil tulis jalan
         lcall    delay1        ; panggil delay1
cek3:    mov      R0,P1          ; masukkan P1 ke R0
         cjne     R0,#077h,cek4 ; bandingkan R0 dengan #077h,jika tidak
                                     ; lompat ke cek4
         mov      DPTR,#Porong  ; isikan DPTR dengan #porong
         mov      Jbrs,#255     ; isikan jumlah baris dengan #255
         lcall    tlsjln        ; panggil tulis jalan
         lcall    delay1        ; panggil delay1
cek4:    ljmp     cek0          ; lompat ke cek0
;
tlsjln:  mov      Tjln,#0       ; isi Tjln dengan #0
tlsj10:  mov      Dots,Tjln     ; isikan dots dengan tjln
         mov      Cnt0,#50      ; isi jumlah kolom dengan #50
         lcall    tulis0        ; panggil tulis0
         lcall    tnp10        ; panggil tnp10
         mov      Dots,Tjln     ; isikan dots dengan tjln
         mov      Cnt0,#50      ; isikan jumlah kolom dengan #50
         lcall    tulis1        ; panggil tulis1

```



```

        lcall    tmp11          ; panggil tampil1
        mov     Dots,Tjln      ; isikan dots dengan tjln
        mov     Cnt0,#50       ; isikan jumlah kolom dengan #50
        lcall    tulis2        ; panggil tulis2
        lcall    tmp12         ; panggil tampil2
        mov     Dots,Tjln      ; isikan dots dengan tjln
        mov     Cnt0,#50       ; isikan jumlah kolom dengan #50
        lcall    tulis3        ; panggil tulis3
        lcall    tmp13         ; panggil tampil3
        mov     Dots,Tjln      ; isikan dots dengan tjln
        mov     Cnt0,#50       ; isikan jumlah kolom dengan #50
        lcall    tulis4        ; panggil tulis4
        lcall    tmp14         ; panggil tampil4
        mov     Dots,Tjln      ; isikan dots dengan tjln
        mov     Cnt0,#50       ; isikan jumlah kolom dengan #50
        lcall    tulis5        ; panggil tulis5
        lcall    tmp15         ; panggil tampil5
        mov     Dots,Tjln      ; isikan dots dengan tjln
        mov     Cnt0,#50       ; isikan jumlah kolom dengan #50
        lcall    tulis6        ; panggil tulis6
        lcall    tmp16         ; panggil tampil6
        inc     Tjln           ; incremen tjln
        djnz    Jbrs,tlsj11    ; kurangi jbrs dengan 1 jika belum 0 lompat
                                ; ke tlsj11
        ljmp     tlsj12        ; lompat ke tlsj12
tlsj11: ljmp     tlsj10        ; lompat ke tlsj10
tlsj12: ret
;
tulis0: mov     A,Dots         ; isi akumulator dengan dots
        movc    A,@A+DPTR      ; isi A dengan A yg ada pd DPTR
        jb     Acc.1,mtdts0    ; lompat bila 1
        clr     DtAB           ; nyalakan DtAB
        ljmp    nydts0         ; lompat ke nyala dots0
mtdts0: setb    DtAB           ; matikan DtAB
nydts0: lcall    clock         ; panggil clock
        clr     DtAB           ; nyalakan DtAB
        inc     Dots           ; increamen dots
        djnz    Cnt0,tulis0    ; kurangi jumlah kolom dgn 1 jika belum 0
                                ; maka lompat ke tulis0
        ret                   ; kembali
;
tulis1: mov     A,Dots         ; isikan akumulator dengan dots
        movc    A,@A+DPTR      ; isi A dengan A yg ada pd DPTR
        jb     Acc.2,mtdts1    ; lompat bila 1
        clr     DtAB           ; nyalakan DtAB
        ljmp    nydts1         ; lompat ke nyala dots1
mtdts1: setb    DtAB           ; matikan DtAB
nydts1: lcall    clock         ; panggil clock
        clr     DtAB           ; nyalakan DtAB
        inc     Dots           ; incremen dots
        djnz    Cnt0,tulis1    ; kurangi 1 jumlah kolom jika belum 0 maka
                                ; lompat ke tulis1
        ret                   ; kembali
;
tulis2: mov     A,Dots         ; isikan akumulator dengan dots
        movc    A,@A+DPTR      ; isi A dengan A yg ada pd DPTR
        jb     Acc.3,mtdts2    ; lompat bila 1

```

```

        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB
        ljmp     nydts2        ; lompat ke nyala dots2
mdts2:  setb     DtAB          ; matikan DtAB
nydts2:  lcall   clock         ; panggil clock
        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB
        inc      Dots          ; incremen dots
        djnz     Cnt0,tulis2    ; kurangi 1 jumlah kolom jika belum 0 maka
                                ; lompat ke tulis1
        ret                  ; kembali

;
tulis3:  mov      A,Dots        ; isikan A dengan Dots
        move     A,@A+DPTR      ; isi A dengan A yg ada pd DPTR
        jb       Acc.4,mdts3    ; lompat bila 1
        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB
        ljmp     nydts3        ; lompat ke nydts3
mdts3:  setb     DtAB          ; matikan DtAB
nydts3:  lcall   clock         ; panggil clock
        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB
        inc      Dots          ; incremen dots
        djnz     Cnt0,tulis3    ; kurangi 1 Cnt0 jika belum 0 lompat ke
                                ; tulis3
        ret                  ; kembali

;
tulis4:  mov      A,Dots        ; isikan A dengan Dots
        move     A,@A+DPTR      ; isi A dengan A yg ada pd DPTR
        jb       Acc.5,mdts4    ; lompat bila 1
        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB
        ljmp     nydts4        ; lompat ke nydts4
mdts4:  setb     DtAB          ; matikan DtAB
nydts4:  lcall   clock         ; panggil clock
        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB
        inc      Dots          ; incremen dots
        djnz     Cnt0,tulis4    ; kurangi 1 Cnt0 jika belum 0 lompat ke
                                ; tulis4
        ret                  ; kembali

;
tulis5:  mov      A,Dots        ; isikan A dengan Dots
        move     A,@A+DPTR      ; isi A dengan A yg ada pd DPTR
        jb       Acc.6,mdts5    ; lompat bila 1
        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB
        ljmp     nydts5        ; lompat ke nydts5
mdts5:  setb     DtAB          ; matikan DtAB
nydts5:  lcall   clock         ; panggil clock
        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB
        inc      Dots          ; increment dots
        djnz     Cnt0,tulis5    ; kurangi 1 Cnt0 jika belum 0 lompat ke
                                ; tulis5
        ret                  ; kembali

;
tulis6:  mov      A,Dots        ; isikan A dengan Dots
        move     A,@A+DPTR      ; isi A dengan A yg ada pd DPTR
        jb       Acc.7,mdts6    ; lompat bila 1
        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB
        ljmp     nydts6        ; lompat ke nydts6
mdts6:  setb     DtAB          ; matikan DtAB
nydts6:  lcall   clock         ; panggil clock
        clr      DtAB          ; nyalakan DtAB

```

---

```

        inc     Dots                ; incremen Dots
        djnz    Cnt0,tulis6        ; kurangi 1 Cnt0 jika belum 0 lompat ke
        ret                          ; tulis6
        ; kembali

;
clock:  setb    Click              \
        clr     Click              | program clock
        ret                          /

;
;-----;
; scanning kolom ;
;-----;
tmp10:  mov     P2,#00000001b
        lcall   delays
        mov     P2,#00000000b
        ret

;
tmp11:  mov     P2,#00000010b
        lcall   delays
        mov     P2,#00000000b
        ret

;
tmp12:  mov     P2,#00000100b
        lcall   delays
        mov     P2,#00000000b
        ret

;
tmp13:  mov     P2,#00001000b
        lcall   delays
        mov     P2,#00000000b
        ret

;
tmp14:  mov     P2,#00010000b
        lcall   delays
        mov     P2,#00000000b
        ret

;
tmp15:  mov     P2,#00100000b
        lcall   delays
        mov     P2,#00000000b
        ret

;
tmp16:  mov     P2,#01000000b
        lcall   delays
        mov     P2,#00000000b
        ret

;
;-----;
; subrutine delay ;
;-----;
jeda:   djnz    Dly0,$              ; jika Dly belum 0 maka lompat ke $
        ret                          ; kembali

;
delays: mov     Dly1,#5              ; isi Dly1 dengan #5
dlys:   lcall   jeda                 ; panggil jeda
        djnz    Dly1,dlys            ; jika Dly1 belum 0 lompat ke dlys
        ret                          ; kembali

```

---

```

;
delay1: mov     Dly1,#255           ; isi Dly1 dengan #255
dly11:  mov     Dly2,#5             ; isi Dly2 dengan #5
dly12:  acall   jeda                ; panggil jeda
        djnz   Dly2,dly12          ; jika Dly2 belum 0 lompat ke dly12
        djnz   Dly1,dly11          ; jika Dly1 belum 0 lompat ke dly11
        ret                          ; kembali

```

```

;
;-----;
;                      Define Byte                      ;
;-----;

```

```

Rizal:  DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  0FEh,09Ch,098h,094h,062h,000h,00Ch,022h,0BEh,002h
        DB  000h,000h,022h,026h,02Ah,032h,022h,000h,004h,02Ah
        DB  02Ah,02Ah,01Eh,000h,000h,082h,0FEh,002h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,0FEh,090h,090h,090h
        DB  060h,000h,03Kh,010h,020h,020h,01Ch,000h,004h,02Ah
        DB  02Ah,02Ah,01Eh,000h,0FEh,0C8h,014h,022h,000h,000h
        DB  01Ch,022h,022h,022h,01Ch,00Ch,012h,02Ah,02Ah,02Ah
        DB  024h,000h,01Ch,022h,022h,022h,01Ch,00Ch,00Ch,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,00Ch,00Ch,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,07Ch,05Ah,092h,0A2h
        DB  07Ch,000h,042h,086h,08Ah,092h,062h,000h,000h,002h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,042h,0FEh,002h,000h,000h
        DB  080h,080h,09Eh,0A0h,0C0h,000h,000h,002h,000h,000h
        DB  000h,000h,07Ch,08Ah,092h,0A2h,07Ch,000h,07Ch,08Ah
        DB  092h,0A2h,07Ch,000h,0E4h,0A2h,0A2h,0A2h,09Ch,0CCh
        DB  00Ch,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,0C0h,0CCh
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h

```

```

;
Gempol: DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
        DB  064h,092h,092h,092h,04Ch,000h,01Ch,02Ah,02Ah,02Ah
        DB  018h,000h,000h,082h,0FEh,002h,000h,000h,004h,02Ah
        DB  02Ah,02Ah,01Eh,000h,03Eh,020h,018h,020h,01Eh,000h
        DB  004h,02Ah,02Ah,02Ah,01Eh,000h,020h,0FEh,022h,002h
        DB  004h,000h,000h,000h,000h,000h,072h,082h,082h,044h
        DB  038h,000h,004h,02Ah,02Ah,02Ah,01Eh,000h,020h,0FEh
        DB  022h,002h,004h,000h,004h,02Ah,02Ah,02Ah,01Eh,000h
        DB  03Eh,010h,020h,020h,01Eh,000h,010h,02Ah,02Ah,02Ah
        DB  03Ch,000h,000h,000h,000h,000h,0FEh,092h,082h,044h
        DB  038h,000h,000h,022h,08Kh,002h,000h,000h,000h,000h
        DB  000h,07Ch,082h,092h,092h,05Ch,000h,01Ch,02Ah,02Ah
        DB  02Ah,018h,000h,03Eh,010h,020h,020h,010h,000h,0FEh
        DB  012h,022h,022h,01Ch,0C0h,004h,02Ah,02Ah,02Ah,01Eh
        DB  000h,03Eh,01Ch,020h,020h,01Eh,000h,010h,02Ah,02Ah
        DB  02Ah,03Ch,000h,000h,000h,000h,000h,080h,080h,0FEh

```

DB 080h, 080h, 000h, 01Ch, 022h, 022h, 022h, 01Ch, 000h, 000h  
 DB 082h, 0FEh, 002h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 07Ch, 082h, 092h, 092h, 05Ch, 000h, 01Ch, 02Ah, 02Ah, 02Ah  
 DB 018h, 030h, 03Eh, 020h, 018h, 020h, 01Eh, 000h, 03Eh, 028h  
 DB 028h, 028h, 010h, 000h, 01Ch, 022h, 022h, 022h, 01Ch, 000h  
 DB 000h, 082h, 0FEh, 002h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 00Ch

Waru: DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 00Ch, 00Ch, 000h, 000h  
 DB 064h, 092h, 092h, 092h, 04Ch, 00Ch, 01Ch, 02Ah, 02Ah, 02Ah  
 DB 018h, 000h, 000h, 082h, 0FEh, 002h, 00Ch, 00Ch, 004h, 02Ah  
 DB 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h, 03Eh, 020h, 01Eh, 020h, 01Eh, 000h  
 DB 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh, 00Ch, 020h, 0FCh, 022h, 002h  
 DB 004h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 0FEh, 082h, 082h, 044h  
 DB 038h, 000h, 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h, 020h, 0FCh  
 DB 022h, 002h, 004h, 000h, 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h  
 DB 03Eh, 010h, 020h, 020h, 01Eh, 000h, 010h, 02Ah, 02Ah, 02Ah  
 DB 03Ch, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 0FEh, 082h, 082h, 044h  
 DB 038h, 000h, 000h, 022h, 08Eh, 002h, 000h, 000h, 00Ch, 00Ch  
 DB 000h, 07Ch, 082h, 092h, 092h, 05Ch, 000h, 01Ch, 02Ah, 02Ah  
 DB 02Ah, 018h, 000h, 03Eh, 010h, 020h, 020h, 010h, 000h, 0FEh  
 DB 012h, 022h, 022h, 01Ch, 000h, 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh  
 DB 000h, 03Eh, 010h, 020h, 020h, 01Eh, 000h, 010h, 02Ah, 02Ah  
 DB 02Ah, 03Ch, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 080h, 080h, 0FEh  
 DB 080h, 080h, 000h, 01Ch, 022h, 022h, 022h, 01Ch, 000h, 000h  
 DB 082h, 0FEh, 002h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 0FCh, 002h, 01Ch, 002h, 0FCh, 000h, 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah  
 DB 01Eh, 000h, 03Eh, 010h, 020h, 020h, 010h, 000h, 03Ch, 002h  
 DB 002h, 004h, 03Eh, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h

Porong: DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h  
 DB 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 00Ch, 000h, 000h, 000h  
 DB 064h, 092h, 092h, 092h, 04Ch, 000h, 01Ch, 02Ah, 02Ah, 02Ah  
 DB 018h, 000h, 000h, 082h, 0FEh, 002h, 00Ch, 000h, 004h, 02Ah  
 DB 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h, 03Eh, 020h, 01Eh, 020h, 01Eh, 000h  
 DB 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h, 020h, 0FCh, 022h, 002h  
 DB 004h, 000h, 000h, 000h, 000h, 000h, 0FEh, 082h, 082h, 044h  
 DB 038h, 000h, 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h, 020h, 0FCh  
 DB 022h, 002h, 004h, 000h, 004h, 02Ah, 02Ah, 02Ah, 01Eh, 000h  
 DB 03Eh, 010h, 020h, 020h, 01Eh, 000h, 010h, 02Ah, 02Ah, 02Ah  
 DB 03Ch, 00Ch, 000h, 000h, 000h, 000h, 0FEh, 082h, 082h, 044h

```

DB 038h,000h,000h,022h,0BEh,002h,000h,000h,000h,000h
DB 00Ch,07Ch,082h,092h,092h,05Ch,000h,01Ch,02Ah,02Ah
DB 02Ah,018h,000h,03Eh,010h,020h,020h,010h,000h,0FEh
DB 012h,022h,022h,01Ch,000h,004h,02Ah,02Ah,02Ah,01Eh
DB 00Ch,03Eh,010h,020h,020h,01Eh,000h,010h,02Ah,02Ah
DB 02Ah,03Ch,000h,000h,000h,000h,000h,080h,080h,0FEh
DB 080h,080h,000h,01Ch,022h,022h,022h,01Ch,000h,000h
DB 082h,0FEh,002h,000h,000h,000h,000h,000h,000h
DB 0FEh,090h,090h,090h,060h,000h,01Ch,022h,022h,022h
DB 01Ch,0C0h,03Eh,01Ch,02Ch,02Ch,010h,000h,01Ch,022h
DB 022h,022h,01Ch,0CCh,03Eh,010h,020h,020h,01Eh,000h
DB 010h,02Ah,02Ah,02Ah,03Ch,000h,000h,000h,0C0h,000h
DB 0C0h,0C0h,0CCh,0CCh,00Ch,000h,000h,000h,000h,000h
DB 0C0h,0C0h,0CCh,0CCh,00Ch,000h,000h,000h,000h,00Ch
DB 00Ch,00Ch,00Ch,00Ch,00Ch,000h,00Ch,000h,000h,000h
DB 000h,00Ch,000h,00Ch,000h,000h,00Ch,000h,000h,000h
DB 000h,000h,000h,000h,000h,000h,00Ch,000h,000h,000h

```

end

## Features

- Compatible with MCS-51<sup>®</sup> Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
  - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 3V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Write-Level Program Memory Lock
- 8 x 8-bit Internal RAM
- Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Five Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Internal Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Selectable ISP Programming (Byte and Page Mode)

## Description

AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of internal data memory, 2K bytes of program memory, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five- or two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and low-power circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM content but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external reset or hardware reset.



## 8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash

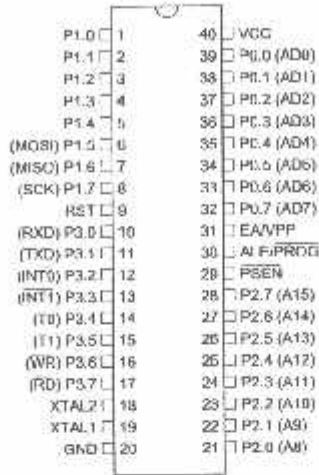
**AT89S51**

Rev. 2497A-10/01

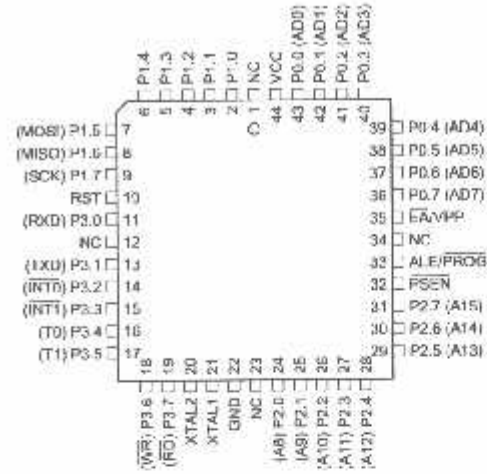


## Configurations

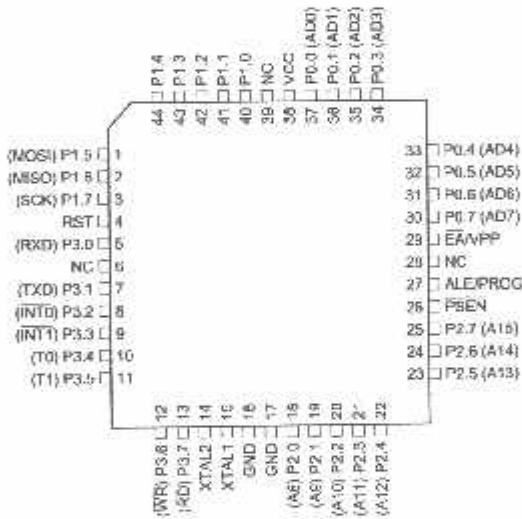
PDIP



PLCC

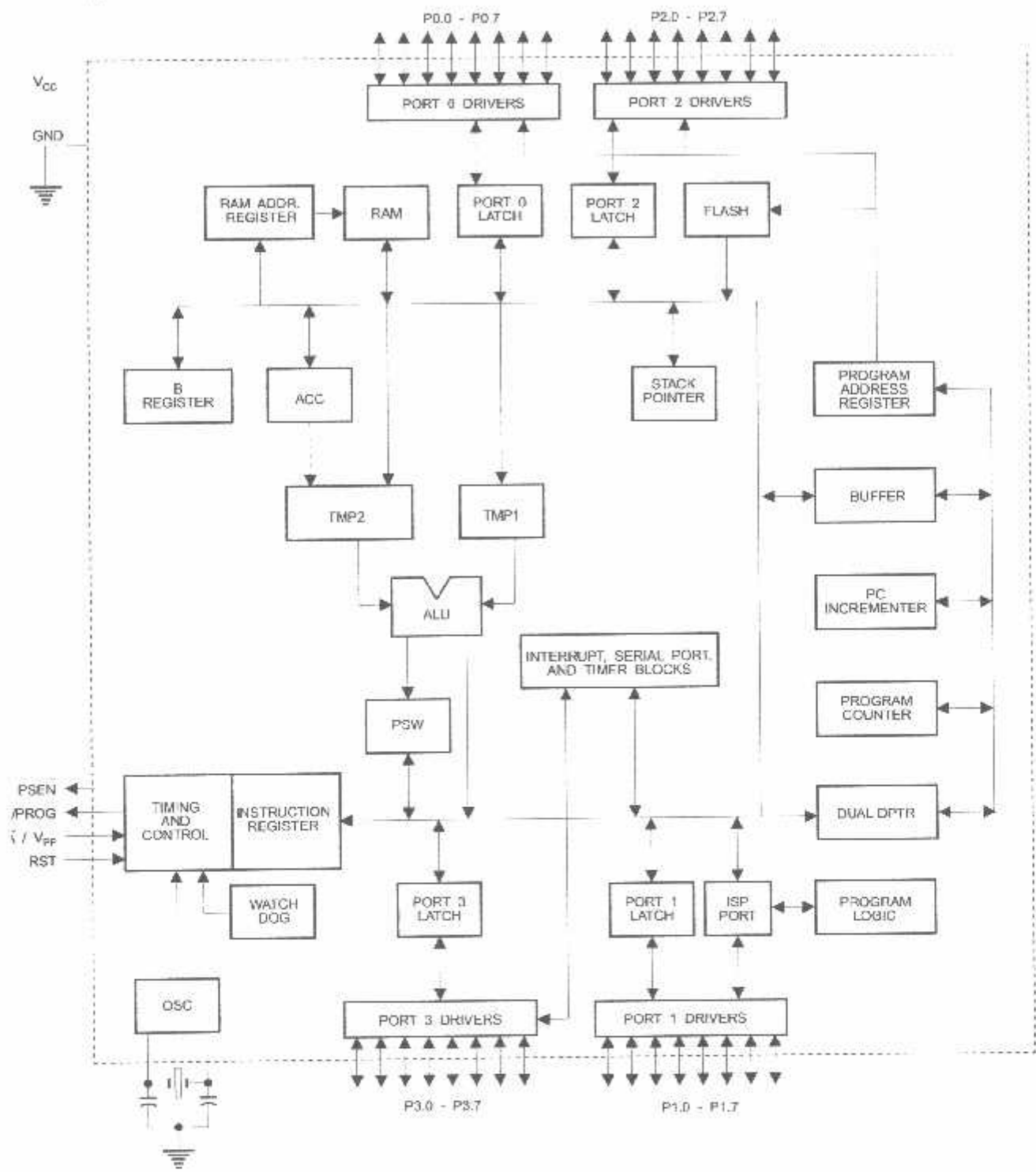


TQFP





Block Diagram





## I Description

**C** Supply voltage.

**D** Ground.

**t 0** Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. **External pull-ups are required during program verification.**

**t 1** Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pull-ups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

**t 2** Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

**t 3** Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the pull-ups.

Port 3 receives some control signals for Flash programming and verification.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

**R** Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

**$\overline{\text{ALE}}$  / PROG** Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ( $\overline{\text{PROG}}$ ) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

**$\overline{\text{PSEN}}$**  Program Store Enable ( $\overline{\text{PSEN}}$ ) is the read strobe to external program memory.  
When the AT89S51 is executing code from external program memory,  $\overline{\text{PSEN}}$  is activated twice each machine cycle, except that two  $\overline{\text{PSEN}}$  activations are skipped during each access to external data memory.

**VPP** External Access Enable.  $\overline{\text{EA}}$  must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed,  $\overline{\text{EA}}$  will be internally latched on reset.  
 $\overline{\text{EA}}$  should be strapped to  $V_{CC}$  for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage ( $V_{PP}$ ) during Flash programming.

**L1** Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

**L2** Output from the inverting oscillator amplifier



Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

F8H								0FFH
F0H	B 00000000							0F7H
E8H								0EFH
E0H	ACC 00000000							0E7H
D8H								0DFH
D0H	PSW 00000000							0D7H
C8H								0CFH
C0H								0C7H
B8H	IP XX000000							0BFH
B0H	P3 11111111							0B7H
A8H	IE 0X000000							0AFH
A0H	P2 11111111	AUXR1 XXXXXX0				WDRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XX00XX0	8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	PCON 0XX00000	87H

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

**Interrupt Registers:** The individual interrupt enable bits are in the IE register. Two priorities can be set for each of the five interrupt sources in the IP register.

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR		Address = 8EH				Reset Value = XXX00XX0B		
Not Bit Addressable								
Bit	-	-	-	WDIDLE	DISRTO	-	-	DISALE
	7	6	5	4	3	2	1	0
-	Reserved for future expansion							
DISALE	Disable/Enable ALE							
	DISALE							
	Operating Mode							
0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency							
1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction							
DISRTO	Disable/Enable Reset out							
	DISRTO							
0	Reset pin is driven High after WDT times out							
1	Reset pin is input only							
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode							
	WDIDLE							
0	WDT continues to count in IDLE mode							
1	WDT halts counting in IDLE mode							

**Dual Data Pointer Registers:** To facilitate accessing both internal and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR AUXR1 selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should always initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.



**Power Off Flag:** The Power Off Flag (POF) is located at bit 4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and reset under software control and is not affected by reset.

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1							
Address = A2H							
Reset Value = XXXXXX0B							
Not Bit Addressable							
Bit	7	6	5	4	3	2	DPS
	—	—	—	—	—	—	0
— Reserved for future expansion							
DPS	Data Pointer Register Select						
	DPS						
0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H						
1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H						

## Memory Organization

MCS-51 devices have a separate address space for Program and Data Memory. Up to 64K bytes each of external Program and Data Memory can be addressed.

## Program Memory

If the  $\overline{EA}$  pin is connected to GND, all program fetches are directed to external memory.

On the AT89S51, if  $\overline{EA}$  is connected to  $V_{CC}$ , program fetches to addresses 0000H through FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 1000H through FFFFH are directed to external memory.

## Data Memory

The AT89S51 implements 128 bytes of on-chip RAM. The 128 bytes are accessible via direct and indirect addressing modes. Stack operations are examples of indirect addressing, so the 128 bytes of data RAM are available as stack space.

## Watchdog Timer (WDT) (Time-out enabled with set-out)

The WDT is intended as a recovery method in situations where the CPU may be subjected to software upsets. The WDT consists of a 14-bit counter and the Watchdog Timer Reset (WDTRST) SFR. The WDT is defaulted to disable from exiting reset. To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. The WDT timeout period is dependent on the external clock frequency. There is no way to disable the WDT except through reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When WDT overflows, it will drive an output RESET HIGH pulse at the RST pin.

## Enabling the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is  $98 \times TOSC$ , where  $TOSC = 1/FOSC$ . To make the best use of the WDT, it

AT89S51

should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

## WDT During Power-down and Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt, which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the AT89S51 is reset. Exiting Power-down with an interrupt is significantly different. The interrupt is held low long enough for the oscillator to stabilize. When the interrupt is brought high, the interrupt is serviced. To prevent the WDT from resetting the device while the interrupt pin is held low, the WDT is not started until the interrupt is pulled high. It is suggested that the WDT be reset during the interrupt service for the interrupt used to exit Power-down mode.

To ensure that the WDT does not overflow within a few states of exiting Power-down, it is best to reset the WDT just before entering Power-down mode.

Before going into the IDLE mode, the WDIDLE bit in SFR AUXR is used to determine whether the WDT continues to count if enabled. The WDT keeps counting during IDLE (WDIDLE bit = 0) as the default state. To prevent the WDT from resetting the AT89S51 while in IDLE mode, the user should always set up a timer that will periodically exit IDLE, service the WDT, and reenter IDLE mode.

With WDIDLE bit enabled, the WDT will stop to count in IDLE mode and resumes the count upon exit from IDLE.

## UART

The UART in the AT89S51 operates the same way as the UART in the AT89C51. For further information on the UART operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

## Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S51 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51. For further information on the timers' operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

## Interrupts

The AT89S51 has a total of five interrupt vectors: two external interrupts ( $\overline{INT0}$  and  $\overline{INT1}$ ), two timer interrupts (Timers 0 and 1), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 1.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table 4 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89S51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle.



**Table 4.** Interrupt Enable (IE) Register

(MSB)

EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
----	---	---	----	-----	-----	-----	-----

(LSB)

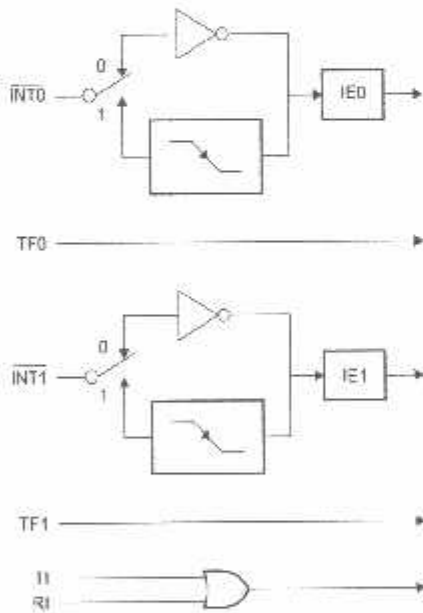
Enable Bit = 1 enables the interrupt.

Enable Bit = 0 disables the interrupt.

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
-	IE.6	Reserved
-	IE.5	Reserved
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit

User software should never write 1s to reserved bits, because they may be used in future AT89 products.

**Figure 1.** Interrupt Sources

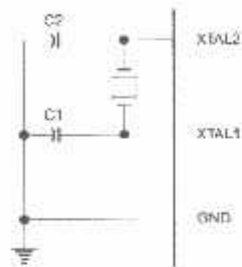




Oscillator Characteristics

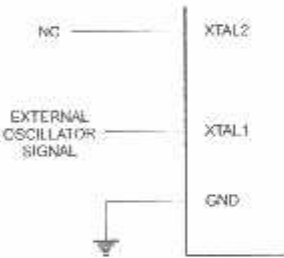
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 3. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 2. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals = 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 3. External Clock Drive Configuration



Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special function registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

Note that when idle mode is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

Power-down Mode

In the Power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes Power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the Power-down mode is terminated. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by activation of an enabled external interrupt into INT0 or INT1. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V<sub>CC</sub> is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.





Table 5. Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

## Program Memory Lock S

The AT89S51 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Table 6. Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVX instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, EA is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash memory is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the EA pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of EA must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

## Programming Flash – Parallel Mode

The AT89S51 is shipped with the on-chip Flash memory array ready to be programmed. The programming interface needs a high-voltage (12-volt) program enable signal and is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89S51 code memory array is programmed byte-by-byte.

**Programming Algorithm:** Before programming the AT89S51, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 13 and 14. To program the AT89S51, take the following steps:

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise EA/V<sub>PP</sub> to 12V.
5. Pulse ALE/PROG once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50  $\mu$ s. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

**Data Polling:** The AT89S51 features Data Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

**Ready/Busy:** The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.0 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

**Program Verify:** If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.

**Reading the Signature Bytes:** The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 100H, and 200H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel  
(100H) = 51H indicates 89S51  
(200H) = 06H

**Chip Erase:** In the parallel programming mode, a chip erase operation is initiated by using the proper combination of control signals and by pulsing ALE/PROG low for a duration of 200 ns - 500 ns.

In the serial programming mode, a chip erase operation is initiated by issuing the Chip Erase instruction. In this mode, chip erase is self-timed and takes about 500 ms.

During chip erase, a serial read from any address location will return 00H at the data output.

## Programming Flash – Serial Mode

The Code memory array can be programmed using the serial ISP interface while RST is pulled to  $V_{CC}$ . The serial interface consists of pins SCK, MOSI (input) and MISO (output). After RST is set high, the Programming Enable instruction needs to be executed first before other operations can be executed. Before a reprogramming sequence can occur, a Chip Erase operation is required.

The Chip Erase operation turns the content of every memory location in the Code array into FFH.

Either an external system clock can be supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK) frequency should be less than 1/16 of the crystal frequency. With a 33 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 2 MHz.

## Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89S51 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:  
Apply power between VCC and GND pins.  
Set RST pin to "H".  
If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The Code array is programmed one byte at a time in either the Byte or Page mode. The write cycle is self-timed and typically takes less than 0.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction that returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal device operation.



Power-off sequence (if needed):

Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).

Set RST to "L".

Turn  $V_{CC}$  power off.

**Data Polling:** The Data Polling feature is also available in the serial mode. In this mode, during a write cycle an attempted read of the last byte written will result in the complement of the MSB of the serial output byte on MISO.

## Serial Programming Instruction Set






The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in Table 8 on page 18.

## Parallel Programming Interface – Parallel Mode

Every code byte in the Flash array can be programmed by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Table 7. Flash Programming Modes

Mode	$V_{CC}$	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ $V_{PP}$	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	Address	
												P2.3-0	P1.7-0
Write Code Data	5V	H	L	 <sup>(2)</sup>	12V	L	H	H	H	H	$\overline{D_{iH}}$	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	$\overline{D_{oH}}$	A11-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Write Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L	 <sup>(1)</sup>	12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

- Notes:
1. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Chip Erase.
  2. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Code Data.
  3. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Lock Bits.
  4. RDY/BSY signal is output on P3.0 during programming.
  5. X = don't care.

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

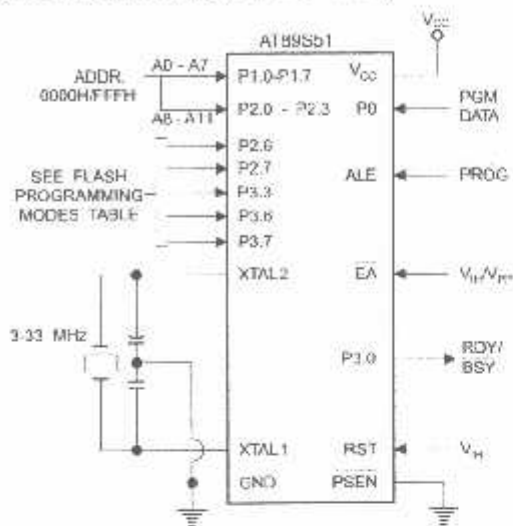
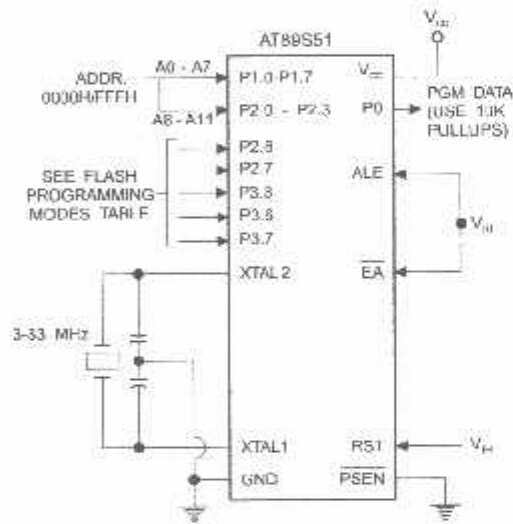


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



## Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

20°C to 30°C,  $V_{CC} = 4.5$  to  $5.5V$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{PP}$	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
$I_{PP}$	Programming Supply Current		10	mA
$I_{CC}$	$V_{CC}$ Supply Current		30	mA
$f_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	33	MHz
$t_{ASL}$	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
$t_{AH}$	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
$t_{DSL}$	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
$t_{DH}$	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
$t_{P2.7}$	P2.7 (ENABLE) High to $V_{PP}$	$48t_{CLCL}$		
$t_{VPP}$	$V_{PP}$ Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		$\mu s$
$t_{VPPH}$	$V_{PP}$ Hold After $\overline{PROG}$	10		$\mu s$
$t_{PW}$	$\overline{PROG}$ Width	0.2	1	$\mu s$
$t_{AV}$	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
$t_{EV}$	ENABLE Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
$t_{ZF}$	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
$t_{BL}$	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	$\mu s$
	Byte Write Cycle Time		50	$\mu s$

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

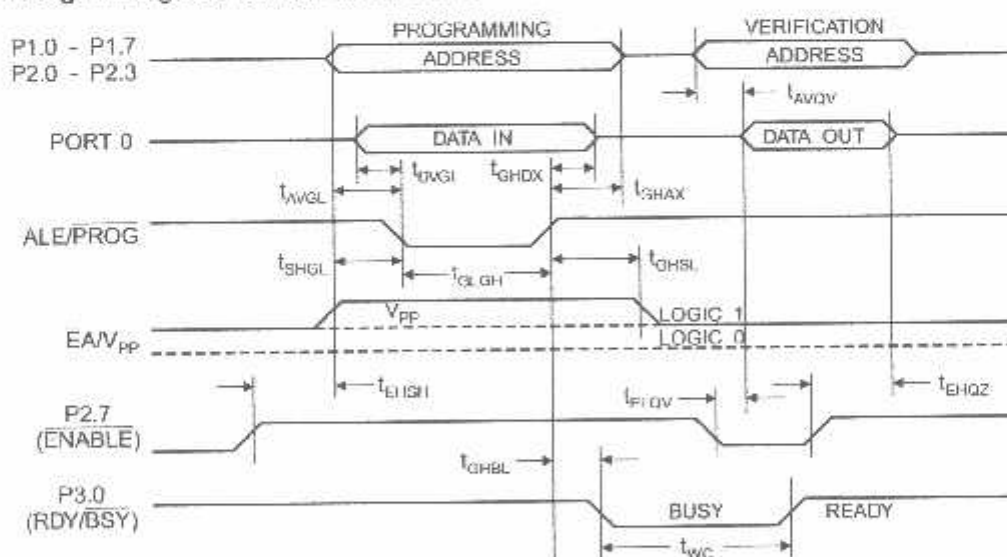
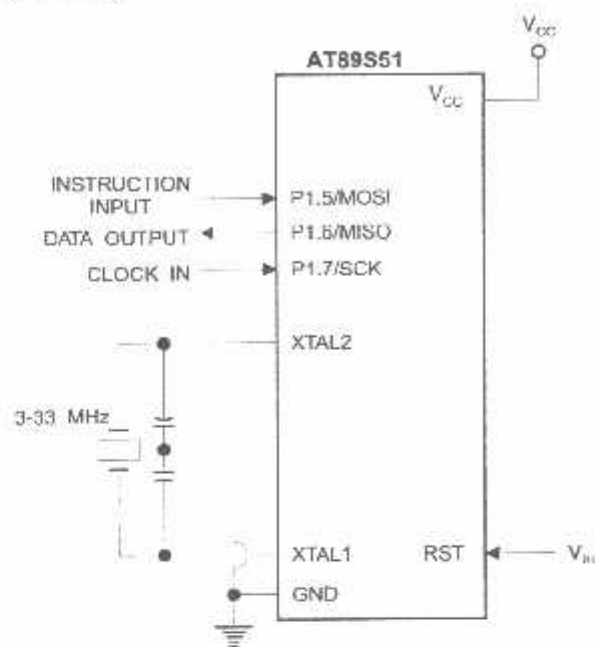


Figure 7. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms

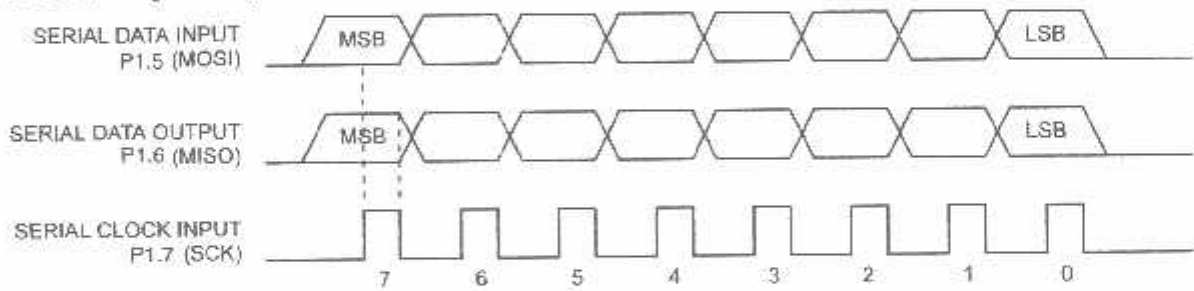


Table 8. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format		Byte 3	Byte 4	Operation
	Byte 1	Byte 2			
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx			Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx			Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits <sup>(2)</sup>	1010 1100	1110 00	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx		Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes <sup>(1)</sup>	0010 1000	xxx		Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

- Notes:
1. The signature bytes are not readable in Lock Bit Modes 3 and 4.
  2. 
 

B1 = 0, B2 = 0 → Mode 1, no lock protection B1 = 0, B2 = 1 → Mode 2, lock bit 1 activated B1 = 1, B2 = 0 → Mode 3, lock bit 2 activated B1 = 1, B2 = 1 → Mode 4, lock bit 3 activated	}	Each of the lock bits needs to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.
--	---	---

After Reset signal is high, SCK should be low for at least 64 system clocks before it goes high to clock in the enable data bytes. No pulsing of Reset signal is necessary. SCK should be no faster than 1/16 of the system clock at XTAL1.

For Page Read/Write, the data always starts from byte 0 to 255. After the command byte and upper address byte are latched, each byte thereafter is treated as data until all 256 bytes are shifted in/out. Then the next instruction will be ready to be decoded.



Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

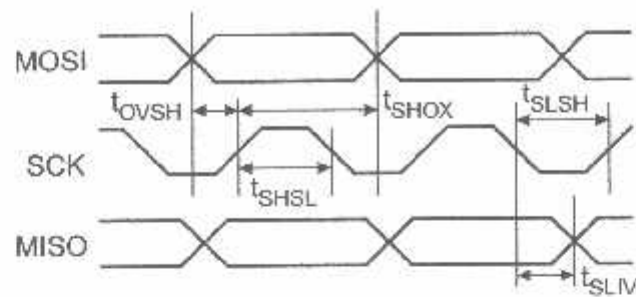


Table 9. Serial Programming Characteristics,  $T_A = -40^{\circ}\text{C}$  to  $85^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$  (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$f_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0		33	MHz
$t_{CLCL}$	Oscillator Period	30			ns
$t_{SHSL}$	SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
$t_{SLSH}$	SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
$t_{OVSH}$	MOSI Setup to SCK High	$t_{CLCL}$			ns
$t_{SHOX}$	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
$t_{SLIV}$	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
$t_{ERASE}$	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
$t_{BWC}$	Serial Byte Write Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	$\mu\text{s}$



## Absolute Maximum Ratings\*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin With Respect to Ground.....	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage.....	6.6V
Output Current.....	15.0 mA

\*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## Characteristics

Values shown in this table are valid for  $T_A = -40^{\circ}\text{C}$  to  $85^{\circ}\text{C}$  and  $V_{CC} = 4.0\text{V}$  to  $5.5\text{V}$ , unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
	Input Low Voltage	(Except EA)	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
	Input Low Voltage (EA)		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Output Low Voltage <sup>(1)</sup> (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
	Output Low Voltage <sup>(1)</sup> (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}$ , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$ , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	$\mu\text{A}$
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$ , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	$\mu\text{A}$
	Input Leakage Current (Port 0, EA)	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		-10	$\mu\text{A}$
ST	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		10	pF
	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode <sup>(2)</sup>	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	$\mu\text{A}$

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions,  $I_{OL}$  must be externally limited as follows:

Maximum  $I_{OL}$  per port pin: 10 mA

Maximum  $I_{OL}$  per 8-bit port:

Port 0: 26 mA      Ports 1, 2, 3: 15 mA

Maximum total  $I_{OL}$  for all output pins: 71 mA

If  $I_{OL}$  exceeds the test condition,  $V_{OL}$  may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum  $V_{CC}$  for Power-down is 2V.

# AT89S51

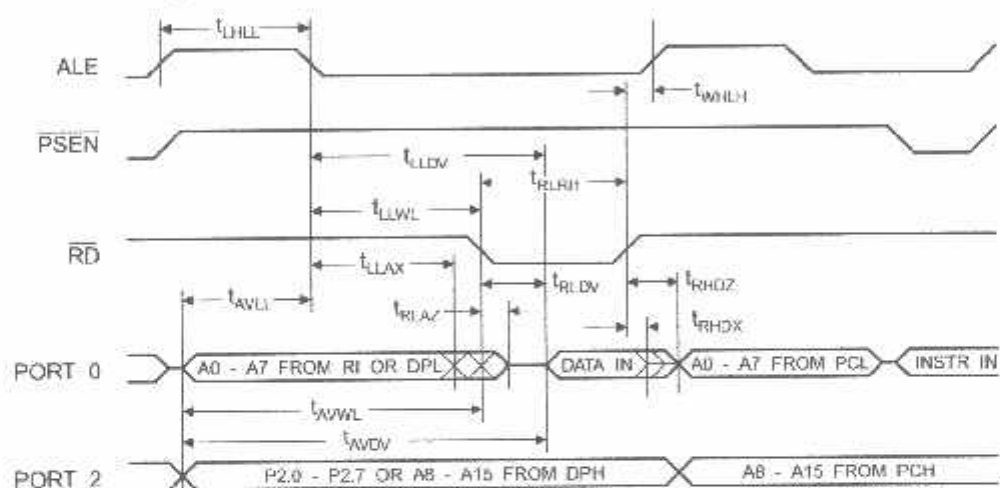
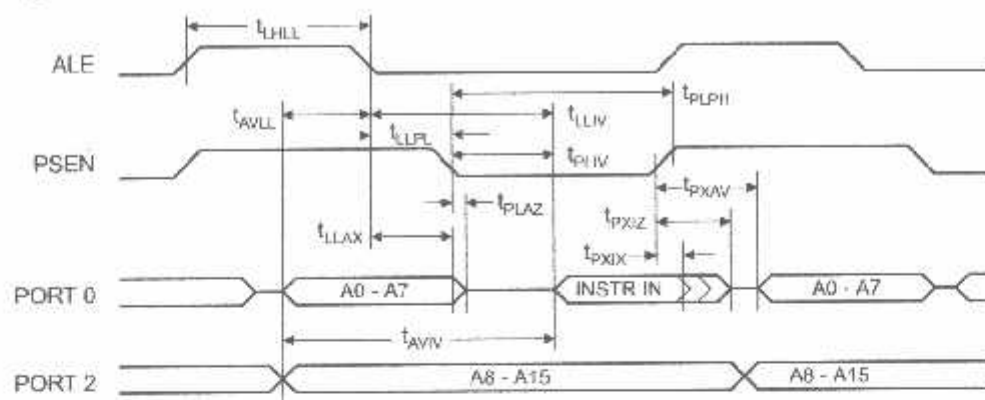
2487A-10/01

# Characteristics

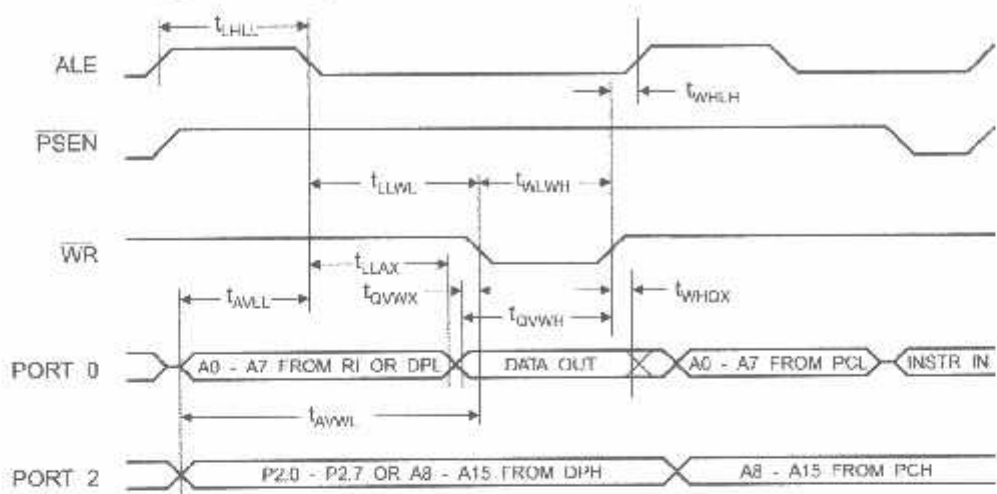
er operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ , and  $\overline{\text{PSEN}}$  = 100 pF; load capacitance for all other uts = 80 pF.

## Internal Program and Data Memory Characteristics

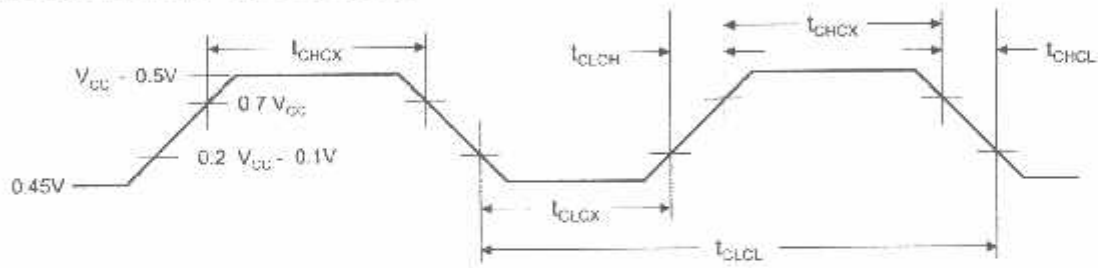
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$f_{\text{osc}}$	Oscillator Frequency			0	33	MHz
$t_{\text{ALE}}$	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
$t_{\text{AVL}}$	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
$t_{\text{AH}}$	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
$t_{\text{AL}}$	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
$t_{\text{ALP}}$	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
$t_{\text{PWH}}$	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-45$		ns
$t_{\text{PL}}$	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-60$	ns
$t_{\text{IH}}$	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
$t_{\text{IF}}$	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-25$	ns
$t_{\text{PVA}}$	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
$t_{\text{PI}}$	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-80$	ns
$t_{\text{PLA}}$	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
$t_{\text{RD}}$	RD Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
$t_{\text{WR}}$	WR Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
$t_{\text{RDV}}$	RD Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
$t_{\text{DHA}}$	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
$t_{\text{DF}}$	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
$t_{\text{ALD}}$	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
$t_{\text{ADV}}$	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
$t_{\text{ALDR}}$	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
$t_{\text{ALDR}}$	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
$t_{\text{DVR}}$	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-30$		ns
$t_{\text{DVH}}$	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-130$		ns
$t_{\text{DWH}}$	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
$t_{\text{RDL}}$	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
$t_{\text{RDL}}$	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-25$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns



Internal Data Memory Write Cycle



Internal Clock Drive Waveforms



Internal Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
CLCL	Oscillator Frequency	0	33	MHz
CL	Clock Period	30		ns
CH	High Time	12		ns
CH	Low Time	12		ns
CH	Rise Time		5	ns
CH	Fall Time		5	ns





Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-24JC	44J	
		AT89S51-24PC	40P6	
		AT89S51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89S51-24JI	44J	
		AT89S51-24PI	40P6	
33	4.5V to 5.5V	AT89S51-33AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-33JC	44J	
		AT89S51-33PC	40P6	

 = Preliminary Availability

Package Type	
44	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)









## Atmel Headquarters

**Corporate Headquarters**  
325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131  
TEL (408) 441-0311  
FAX (408) 487-2600

**Europe**  
Atmel SarL  
Route des Arsenaux 41  
Case Postale 80  
CH-1705 Fribourg  
Switzerland  
TEL (41) 26-426-5555  
FAX (41) 26-426-5500

**Asia**  
Atmel Asia, Ltd.  
Room 1219  
Shinachem Golden Plaza  
7 Mody Road Tsimshatsui  
East Kowloon  
Hong Kong  
TEL (852) 2721-9778  
FAX (852) 2722-1369

**Japan**  
Atmel Japan K.K.  
F, Tonetsu Shinkawa Bldg.  
-24-8 Shinkawa  
Chuo-ku, Tokyo 104-0033  
Japan  
TEL (81) 3-3523-3551  
FAX (81) 3-3523-7581

## Atmel Product Operations

**Atmel Colorado Springs**  
1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906  
TEL (719) 576-3300  
FAX (719) 540-1759

**Atmel Grenoble**  
Avenue de Rochepleine  
BP 123  
38521 Saint-Egreve Cedex, France  
TEL (33) 4-7658-3000  
FAX (33) 4-7658-3480

**Atmel Heilbronn**  
Theresienstrasse 2  
POB 3535  
D-74025 Heilbronn, Germany  
TEL (49) 71 31 67 25 94  
FAX (49) 71 31 67 24 23

**Atmel Nantes**  
La Chantreterie  
BP 70602  
44306 Nantes Cedex 3, France  
TEL (33) 0 2 40 18 18 18  
FAX (33) 0 2 40 18 19 60

**Atmel Rousset**  
Zone Industrielle  
13106 Rousset Cedex, France  
TEL (33) 4-4253-6000  
FAX (33) 4-4253-6001

**Atmel Smart Card ICs**  
Scottish Enterprise Technology Park  
East Kilbride, Scotland G75 0QR  
TEL (44) 1355-357-000  
FAX (44) 1355-242-743

**e-mail**  
[literature@atmel.com](mailto:literature@atmel.com)

**Web Site**  
<http://www.atmel.com>

## Atmel Corporation 2001.

Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors or omissions that may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

Atmel is the registered trademark of Atmel.

Intel is the registered trademark of Intel Corporation. Terms and product names in this document may be the trademarks of others.



Printed on recycled paper.

2487A-10/01xM

## LM567/LM567C

### Tone Decoder

#### General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth, and output delay.

#### Features

- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%

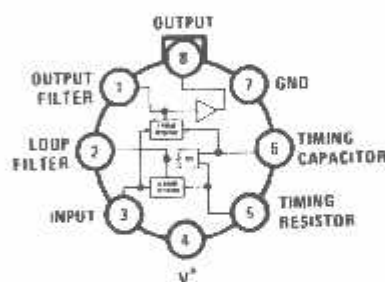
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

#### Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

#### Connection Diagrams

##### Metal Can Package

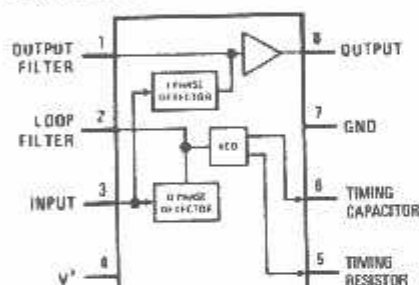


00000001

##### Top View

Order Number LM567H or LM567CH  
See NS Package Number H08C

##### Dual-In-Line and Small Outline Packages



00000002

##### Top View

Order Number LM567CM  
See NS Package Number M08A  
Order Number LM567CN  
See NS Package Number N08E

**Absolute Maximum Ratings** (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 2)	1100 mW
$V_B$	15V
$V_J$	-10V
$V_A$	$V_A + 0.5V$
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	

LM567H	-55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0°C to +70°C

**Soldering Information**

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

**Electrical Characteristics**

AC Test Circuit,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^+ = 5V$

Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	$R_L = 20k$		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	$R_L = 20k$		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		k $\Omega$
Smallest Detectable Input Voltage	$I_L = 100 \text{ mA}$ , $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	$I_C = 100 \text{ mA}$ , $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			8		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	$B_n = 140 \text{ kHz}$		-6			-6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of $f_o$
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of $f_o$
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			$\pm 0.1$			$\pm 0.1$		%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75-6.75V		$\pm 1$	$\pm 2$		$\pm 1$	$\pm 5$	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75-5.75V)	$0 < T_A < 70$ $-55 < T_A < +125$		$35 \pm 60$ $35 \pm 140$			$35 \pm 60$ $35 \pm 140$		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V-6.75V 4.75V-9V		0.5 2.0	1.0 2.0		0.4 2.0	2.0 2.0	%V %V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			$f_o/20$			$f_o/20$		
Output Leakage Current	$V_B = 15V$		0.01	25		0.01	25	$\mu\text{A}$
Output Saturation Voltage	$e_i = 25 \text{ mV}$ , $I_B = 30 \text{ mA}$ $a_i = 25 \text{ mV}$ , $I_B = 100 \text{ mA}$		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

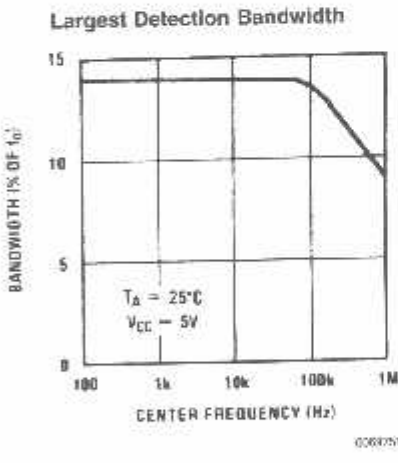
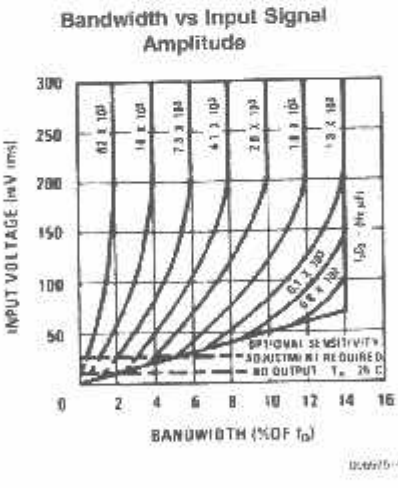
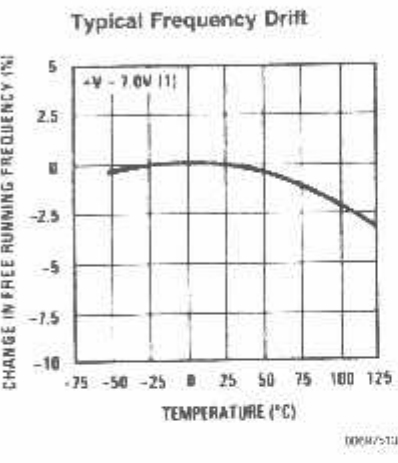
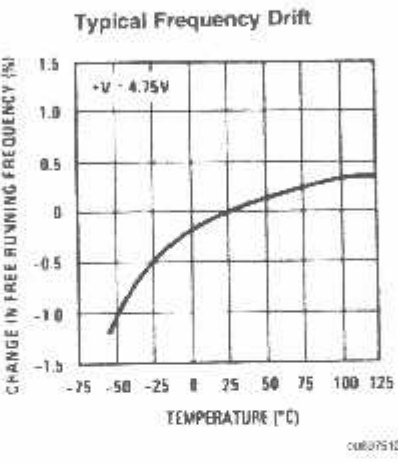
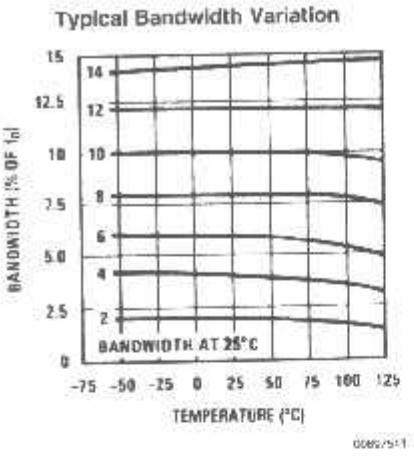
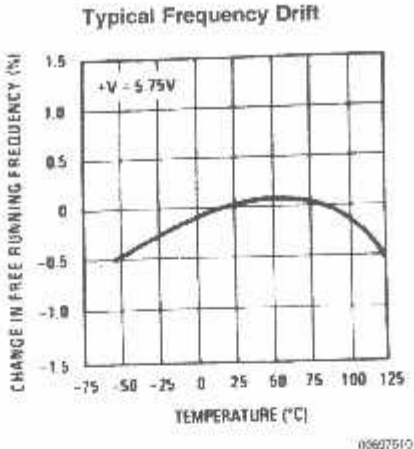
**Note 1:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given; however, the typical value is a good indication of device performance.

**Note 2:** The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-9 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W, junction to ambient.

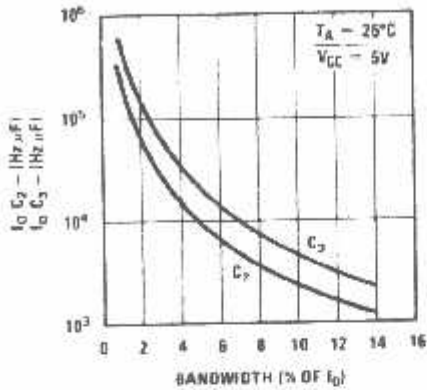
**Note 3:** Refer to RET567X drawing for specifications of military LM567H version.

0002-6917

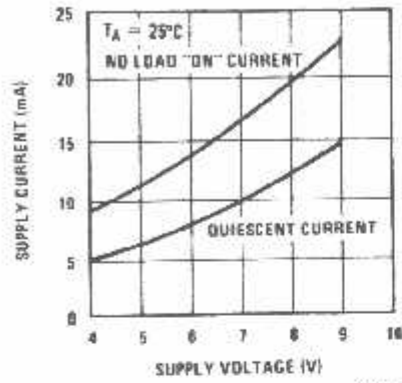
Typical Performance Characteristics



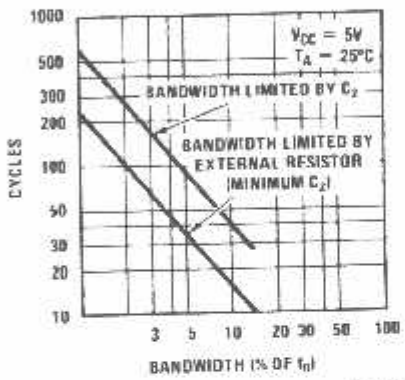
## Typical Performance Characteristics (Continued)

Detection Bandwidth as a Function of  $C_2$  and  $C_3$ 

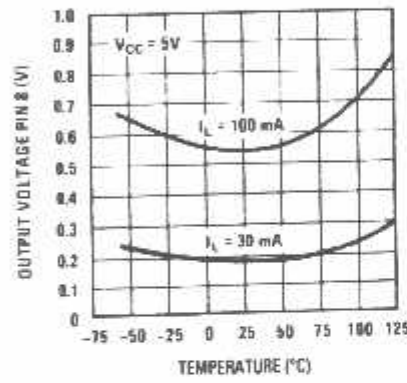
Typical Supply Current vs Supply Voltage



Greatest Number of Cycles Before Output

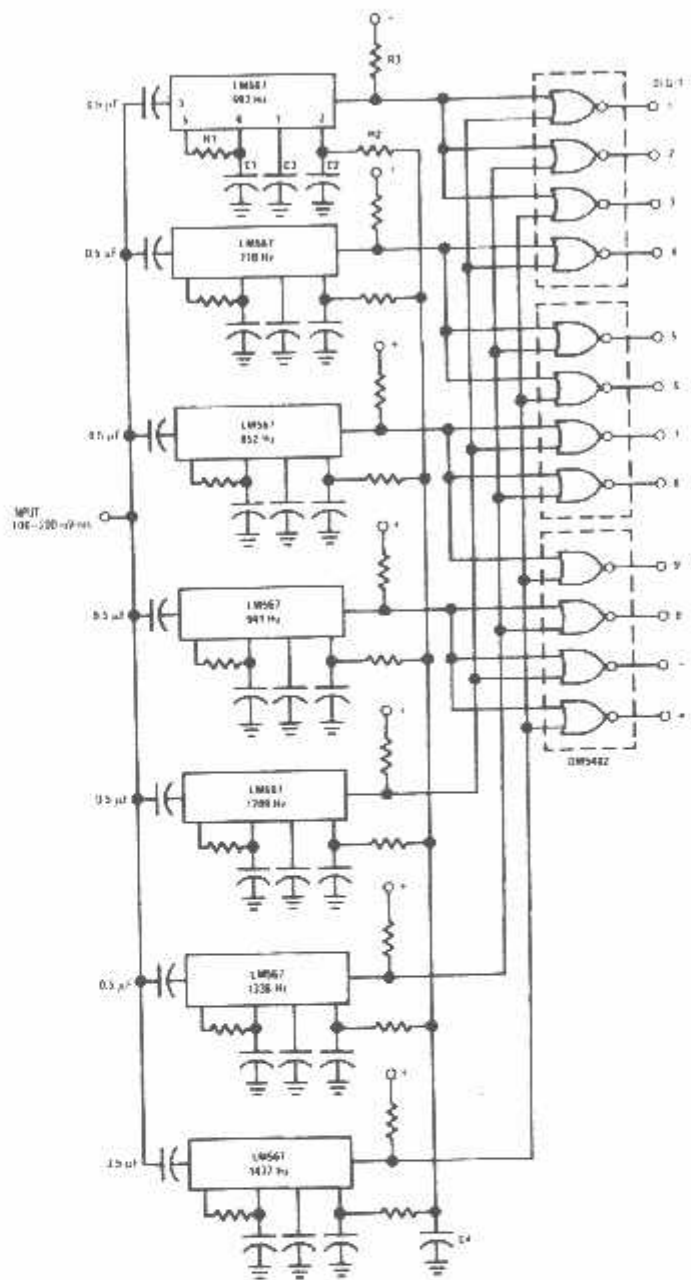


Typical Output Voltage vs Temperature



Typical Applications

Touch-Tone Decoder



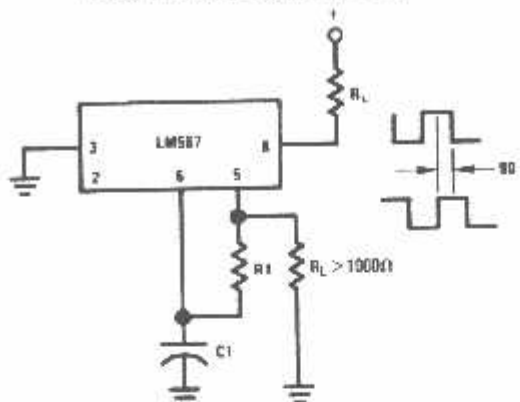
00057026

Component values (typ)

- R1 6.8 to 15k
- R2 4.7k
- R3 20k
- C1 0.10 mfd
- C2 1.0 mfd 6V
- C3 2.2 mfd 6V
- C4 250 mfd 6V

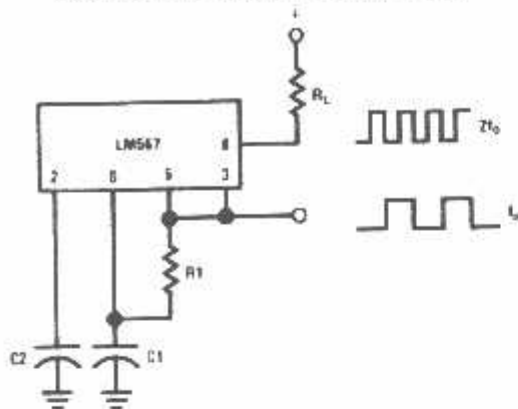
# Typical Applications (Continued)

Oscillator with Quadrature Output



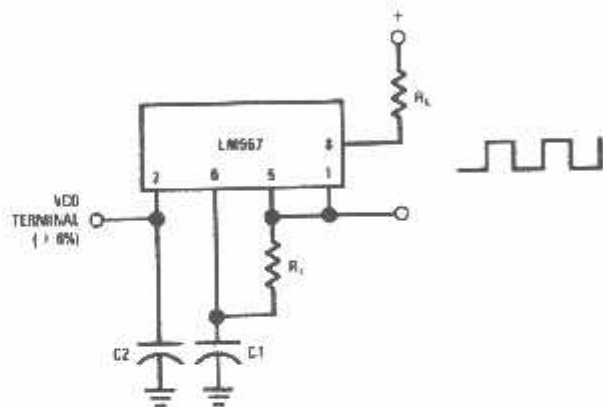
00607306

Oscillator with Double Frequency Output



00607307

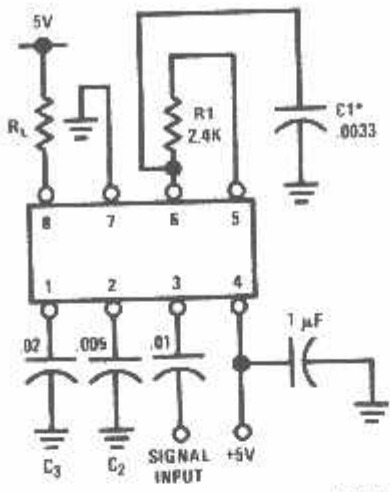
Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



00607309



AC Test Circuit



$f_0 = 100 \text{ kHz} \pm 5\%$   
\*Note: Adjust for  $f_0 = 100 \text{ kHz}$ .

Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_0 \approx \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

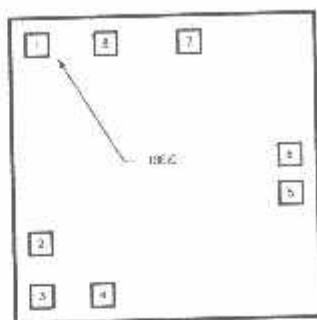
The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_1}{f_0 C_2}} \text{ in } \% \text{ of } f_0$$

Where:  
 $V_1$  = Input voltage (volts rms),  $V_1 \leq 200\text{mV}$   
 $C_2$  = Capacitance at Pin 2( $\mu\text{F}$ )

# LM567C MDC MWC TONE DECODER

LM567/LM567C



30657621

Die Layout (C - Step)

## DIE/WAFER CHARACTERISTICS

Fabrication Attributes		General Die Information	
Physical Die Identification	LM567C	Bond Pad Opening Size (min)	91µm x 91µm
Die Step	C	Bond Pad Metalization	0.5% COPPER BAL. ALUMINUM
Physical Attributes		Passivation	VOM NITRIDE
Wafer Diameter	150mm	Back Side Metal	BARE BACK
Die Size (Drawn)	1600µm x 1626µm 63.0mils x 64.0mils	Back Side Connection	Floating
Thickness	406µm Nominal		
Pin Pitch	198µm Nominal		

### Special Assembly Requirements:

Note: Actual die size is rounded to the nearest micron.

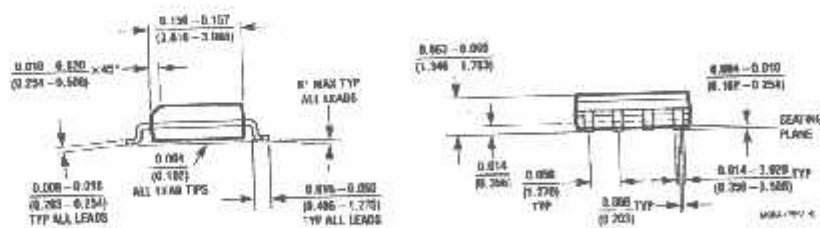
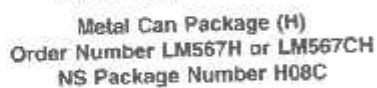
### Die Bond Pad Coordinate Locations (C - Step)

(Referenced to die center, coordinates in µm) NC = No Connection, N.U. = Not Used

SIGNAL NAME	PAD# NUMBER	X/Y COORDINATES		PAD SIZE		
		X	Y	X	Y	Y
OUTPUT	1	-673	686	91	x	91
FILTER	2	-673	-419	91	x	91
LOOP FILTER	3	-673	-686	91	x	91
INPUT	4	-358	-686	91	x	91
V+	5	873	-122	91	x	91
TIMING RES	6	873	76	91	x	91
TIMING CAP	7	178	686	117	x	91
IND	8	-318	679	117	x	104
OUTPUT						

**LM567C MDC MWC**  
**TONE DECODER** (Continued)

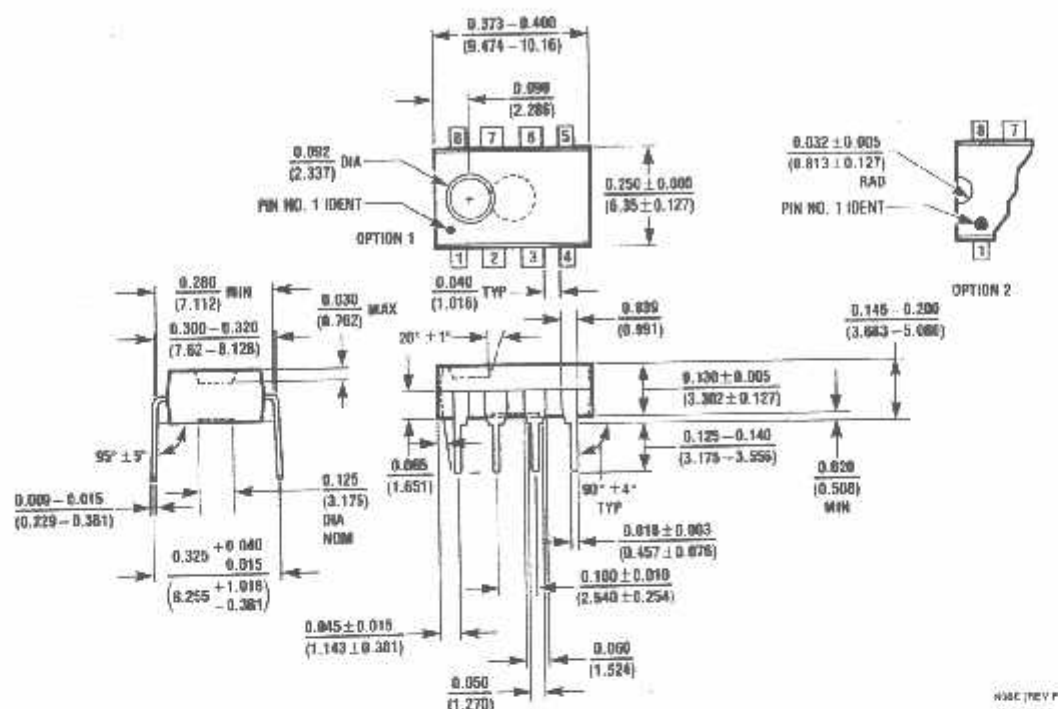
<b>IN U.S.A</b>	
Tel #:	1 877 Dial Die 1 877 342 5343
Fax:	1 207 541 6140
<b>IN EUROPE</b>	
Tel:	49 (0) 8141 351492 / 1495
Fax:	49 (0) 8141 351470
<b>IN ASIA PACIFIC</b>	
Tel:	(852) 27371701
<b>IN JAPAN</b>	
Tel:	81 043 299 2308



Small Outline Package (M)  
Order Number LM567CM  
NS Package Number M08A

# Physical Dimensions

inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)  
Order Number LM567CN  
NS Package Number N08E

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described; no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.  
For the most current product information visit us at [www.national.com](http://www.national.com).

## LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

## BANNED SUBSTANCE COMPLIANCE

National Semiconductor certifies that the products and packing materials meet the provisions of the Customer Products Stewardship Specification (CSP-9-111C2) and the Banned Substances and Materials of Interest Specification (CSP-9-111S2) and contain no "Banned Substances" as defined in CSP-9-111S2.

**National Semiconductor**  
Americas Customer  
Support Center  
Email: [naus.feedback@nsc.com](mailto:naus.feedback@nsc.com)  
Tel: 1-800-272-8159

[www.national.com](http://www.national.com)

**National Semiconductor**  
Europe Customer Support Center  
Fax: +49 (0) 180-530 85 85  
Email: [europa.support@nsc.com](mailto:europa.support@nsc.com)  
Deutsch: Tel: +49 (0) 69 9508 6206  
English: Tel: +44 (0) 670 24 0 21 71  
Français: Tel: +33 (0) 1 41 51 8790

**National Semiconductor**  
Asia Pacific Customer  
Support Center  
Email: [apj.support@nsc.com](mailto:apj.support@nsc.com)

**National Semiconductor**  
Japan Customer Support Center  
Fax: 81-3-5639-7507  
Email: [jpn.feedback@nsc.com](mailto:jpn.feedback@nsc.com)  
Tel: 81-3-5639-7560

## MM74HC164

### 8-Bit Serial-in/Parallel-out Shift Register

#### General Description

The MM74HC164 utilizes advanced silicon-gate CMOS technology. It has the high noise immunity and low consumption of standard CMOS integrated circuits. It also offers speeds comparable to low power Schottky devices.

This 8-bit shift register has gated serial inputs and CLEAR. Each register bit is a D-type master/slave flip-flop. Inputs A & B permit complete control over the incoming data. A LOW at either or both inputs inhibits entry of new data and resets the first flip-flop to the low level at the next clock pulse. A high level on one input enables the other input which will then determine the state of the first flip-flop. Data at the serial inputs may be changed while the clock is HIGH or LOW, but only information meeting the setup and hold time requirements will be entered. Data is serially shifted in and out of the 8-bit register during the positive going transition of the clock pulse. Clear is independent of the clock and accomplished by a low level at the CLEAR input.

The 74HC logic family is functionally as well as pin-out compatible with the standard 74LS logic family. All inputs are protected from damage due to static discharge by internal diode clamps to  $V_{CC}$  and ground.

#### Features

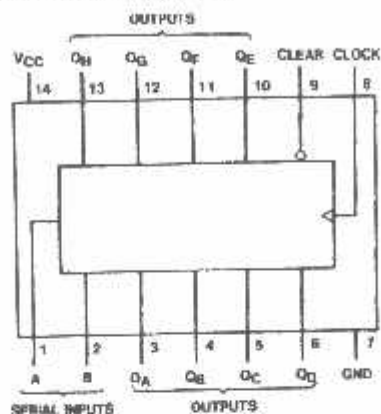
- Typical operating frequency: 50 MHz
- Typical propagation delay: 19 ns (clock to Q)
- Wide operating supply voltage range: 2V to 5V
- Low input current: 1  $\mu$ A maximum
- Low quiescent supply current: 80  $\mu$ A maximum (74HC Series)
- Fanout of 10 LS-TTL loads

#### Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
MM74HC164M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
MM74HC164MX_NL	M14A	Pb-Free 14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
MM74HC164MTC	MTC14	14-Lead Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP), JEDEC MQ-153, 4.4mm Wide
MM74HC164MTCX_NL	MTC14	Pb-Free 14-Lead Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP), JEDEC MQ-153, 4.4mm Wide
MM74HC164N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.  
Pb-Free package per JEDEC J-STD-0208

# Connection Diagram



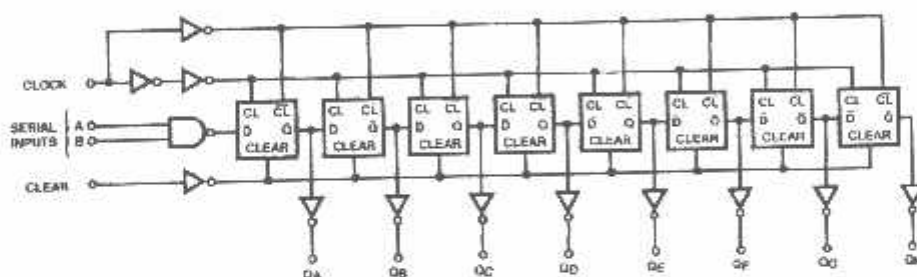
Top View

## Truth Table

Inputs				Outputs			
Clear	Clock	A	B	QA	QB	...	QH
L	X	X	X	L	L	...	L
H	L	X	X	QA0	QB0	...	QH0
H	↑	H	H	QA1	QB1	...	QH1
H	↑	L	X	LA	QB1	...	QH1
H	↑	X	L	QA1	LB	...	QH1

H - HIGH Level (steady state), L - LOW Level (steady state)  
 X - Irrelevant (any input, including transients)  
 ↑ - Transition from LOW-to-HIGH level.  
 QA0, QB0, QH0 - The level of QA, QB, or QH, respectively, before the indicated steady state input conditions were established.  
 QA1, QB1 - The level of QA or QB before the most recent ↑ transition of the clock, indicated a one-bit shift.

## Logic Diagram



**Absolute Maximum Ratings** (Note 1)

(Note 2)

Supply Voltage ( $V_{CC}$ )	-0.5 to +7.0V
DC Input Voltage ( $V_{IH}$ )	1.5 to $V_{CC} + 1.5V$
DC Output Voltage ( $V_{OL}$ )	-0.5 to $V_{CC} + 0.5V$
Clamp Diode Current ( $I_{IK}, I_{OK}$ )	$\pm 20$ mA
DC Output Current, per pin ( $I_{OUT}$ )	$\pm 25$ mA
DC $V_{CC}$ or GND Current, per pin ( $I_{CC}$ )	$\pm 50$ mA
Storage Temperature Range ( $T_{STG}$ )	-65°C to +150°C
Power Dissipation ( $P_D$ )	
(Note 3)	600 mW
S.O. Package only	500 mW
Lead Temperature ( $T_L$ )	260°C
(Soldering 10 seconds)	

**Recommended Operating Conditions**

	Min	Max	Units
Supply Voltage ( $V_{CC}$ )	2	6	V
DC Input or Output Voltage ( $V_{IH}, V_{OL}$ )	0	$V_{CC}$	V
Operating Temperature Range ( $T_A$ )	-40	+85	°C
Input Rise or Fall Times ( $t_r, t_f$ )	$V_{CC} = 2.0V$	1000	ns
	$V_{CC} = 4.5V$	500	ns
	$V_{CC} = 6.0V$	400	ns

Note 1: Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

Note 2: Unless otherwise specified all voltages are referenced to ground.

Note 3: Power Dissipation temperature derating — plastic "N" package: 12 mW/°C from 65°C to 85°C.

**DC Electrical Characteristics** (Note 4)

				$T_A = 25^{\circ}\text{C}$		$T_A = -40$ to $85^{\circ}\text{C}$	$T_A = -55$ to $125^{\circ}\text{C}$	Units
Symbol	Parameter	Conditions	$V_{CC}$	Typ	Guaranteed Limits			
$V_{IH}$	Minimum HIGH Level Input Voltage		2.0V		1.5	1.5	1.5	V
			4.5V		3.15	3.15	3.15	
			6.0V		4.2	4.2	4.2	
$V_{IL}$	Maximum LOW Level Input Voltage		2.0V		0.5	0.5	0.5	V
			4.5V		1.35	1.35	1.35	
			6.0V		1.8	1.8	1.8	
$V_{OH}$	Minimum HIGH Level Output Voltage	$V_{IH} = V_{IH}$ or $V_{IL}$ $ I_{OUT}  \leq 20\text{ }\mu\text{A}$	2.0V	2.0	1.9	1.9	V	
			4.5V	4.5	4.4	4.4		
			6.0V	6.0	5.9	5.9		
		$V_{IH} = V_{IH}$ or $V_{IL}$ $ I_{OUT}  \leq 4.0\text{ mA}$ $ I_{OUT}  \leq 5.2\text{ mA}$	4.5V	4.2	3.95	3.84		
			6.0V	5.7	5.48	5.34		
$V_{OL}$	Maximum LOW Level Output Voltage	$V_{IH} = V_{IH}$ or $V_{IL}$ $ I_{OUT}  \leq 20\text{ }\mu\text{A}$	2.0V	0	0.1	0.1	V	
			4.5V	0	0.1	0.1		
			6.0V	0	0.1	0.1		
		$V_{IH} = V_{IH}$ or $V_{IL}$ $ I_{OUT}  \leq 4.0\text{ mA}$ $ I_{OUT}  \leq 5.2\text{ mA}$	4.5V	0.2	0.26	0.33		
			6.0V	0.2	0.26	0.33		
$I_{IH}$	Maximum Input Current	$V_{IH} = V_{CC}$ or GND	6.0V		$\pm 0.1$	$\pm 1.0$	$\mu\text{A}$	
$I_{CC}$	Maximum Quiescent Supply Current	$V_{IH} = V_{CC}$ or GND $I_{OUT} = 0\text{ }\mu\text{A}$	6.0V		0.0	60	$\mu\text{A}$	

Note 4: For a power supply of 5V  $\pm 10\%$  the worst case output voltages ( $V_{OH}$  and  $V_{OL}$ ) occur for  $I_{OH}$  at 4.5V. Thus the 4.5V values should be used when designing with this supply. Worst case  $V_{IH}$  and  $V_{IL}$  occur at  $V_{CC} = 5.5V$  and 4.5V respectively. (The  $V_{IH}$  value at 5.5V is 3.85V.) The worst case leakage current ( $I_{IH}$ ,  $I_{CC}$ , and  $I_{OZ}$ ) occur for CMOS at the higher voltage and on the 6.0V values should be used.



## AC Electrical Characteristics

 $V_{CC} = 5V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ ,  $C_L = 15\text{ pF}$ ,  $t_1 = t_2 = 6\text{ ns}$ 

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	Guaranteed Limit	Units
$f_{MAX}$	Maximum Operating Frequency			30	MHz
$t_{PHL}, t_{PLH}$	Maximum Propagation Delay Clock to Output		19	30	ns
$t_{PR}$	Maximum Propagation Delay Clear to Output		23	35	ns
$t_{REM}$	Minimum Removal Time, Clear to Clock		-2	0	ns
$t_S$	Minimum Setup Time Data to Clock		12	20	ns
$t_H$	Minimum Hold Time Clock to Data		1	5	ns
$t_W$	Minimum Pulse Width Clear or Clock		10	15	ns

## AC Electrical Characteristics

 $C_L = 50\text{ pF}$ ,  $t_1 = t_2 = 6\text{ ns}$  (unless otherwise specified)

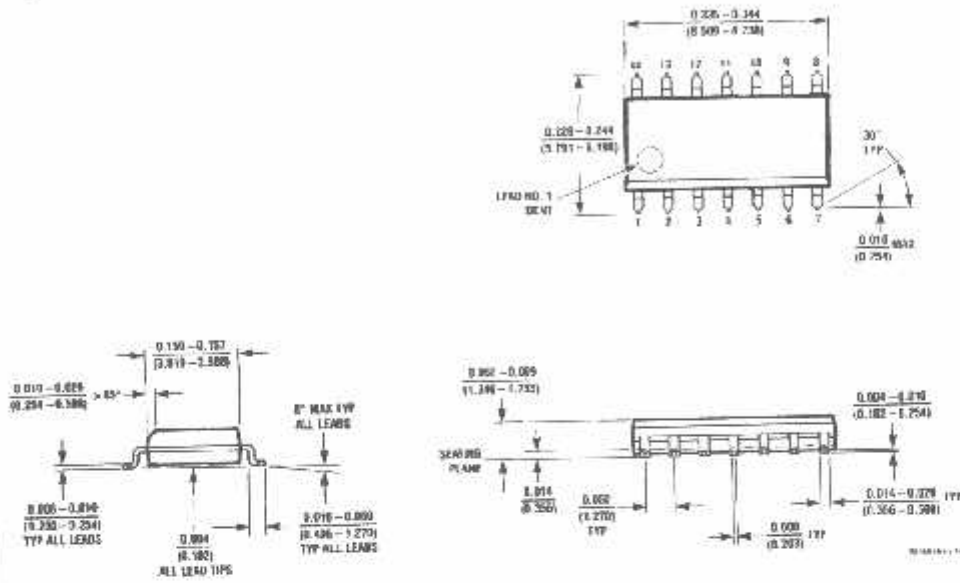
$C_I = 50 \text{ pF}$ ,  $t_r = t_f = 0 \text{ ns}$  (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Conditions	$V_{CC}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	$T_A = -40 \text{ to } 85^\circ\text{C}$	$T_A = -55 \text{ to } 125^\circ\text{C}$	Units	
				Typ	Guaranteed Limits			
$f_{max}$	Maximum Operating Frequency		2.0V		5	4	3	MHz
			4.5V		27	21	18	
			6.0V		31	24	20	
$t_{PHL}, t_{PLH}$	Maximum Propagation Delay Clock to Output		2.0V	115	175	218	254	ns
			4.5V	13	35	44	51	
			6.0V	20	30	38	44	
$t_{PR}$	Maximum Propagation Delay Clear to Output		2.0V	140	205	256	297	ns
			4.5V	26	41	51	59	
			6.0V	24	35	44	51	
$t_{REM}$	Minimum Removal Time Clear to Clock		2.0V	-7	0	0	0	ns
			4.5V	-3	0	0	0	
			6.0V	-2	0	0	0	
$t_S$	Minimum Setup Time Data to Clock		2.0V	25	100	125	150	ns
			4.5V	14	20	25	30	
			6.0V	12	17	21	25	
$t_H$	Minimum Hold Time Clock to Data		2.0V	-2	5	5	5	ns
			4.5V	0	5	5	5	
			6.0V	1	5	5	5	
$t_W$	Minimum Pulse Width Clear or Clock		2.0V	22	80	100	120	ns
			4.5V	11	16	20	24	
			6.0V	10	14	18	20	
$t_{RHS}, t_{FLH}$	Maximum Output Rise and Fall Time		2.0V		75	95	110	ns
			4.5V		15	19	22	
			6.0V		13	16	19	
$t_{RI}, t_{FI}$	Maximum Input Rise and Fall Time		2.0V		1000	1000	1000	ns
			4.5V		500	500	500	
			6.0V		400	400	400	
$C_{PD}$	Power Dissipation Capacitance (Note 5)	(per package)	5.0V	150				pF
$C_{IN}$	Maximum input Capacitance			5	10	10	10	pF

Note 5:  $C_{PD}$  determines the no load dynamic power consumption,  $P_D = C_{PD} V_{CC}^2 f \cdot f_{CL} V_{CC}$ , and the no load dynamic current consumption,  $I_D = C_{PD} V_{CC} f \cdot f_{CL}$ .

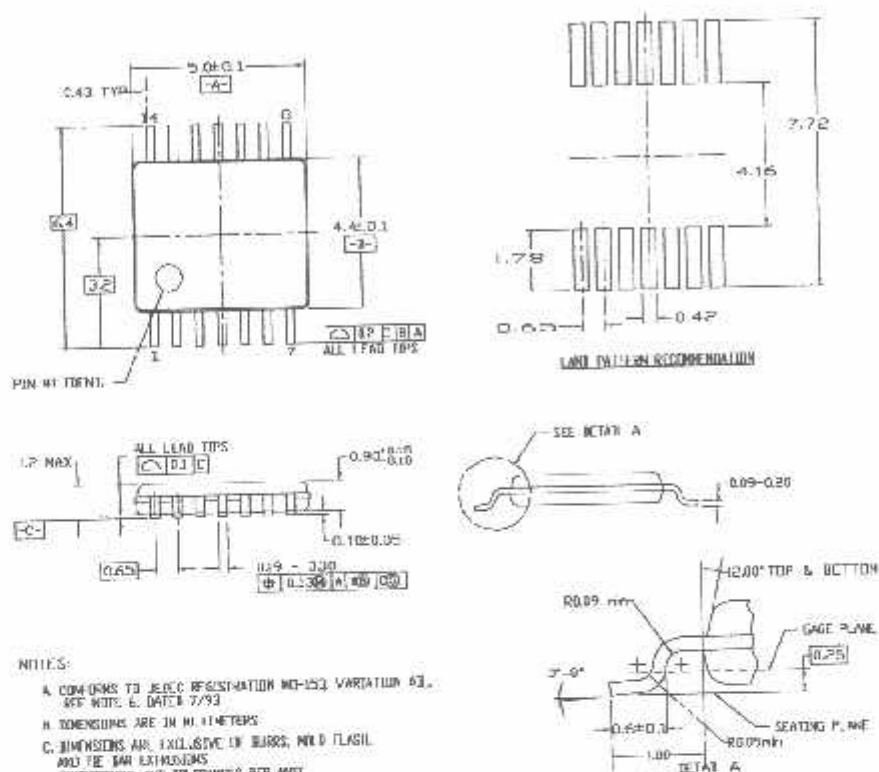
# Physical Dimensions

inches (millimeters) unless otherwise noted



14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow  
Package Number M14A

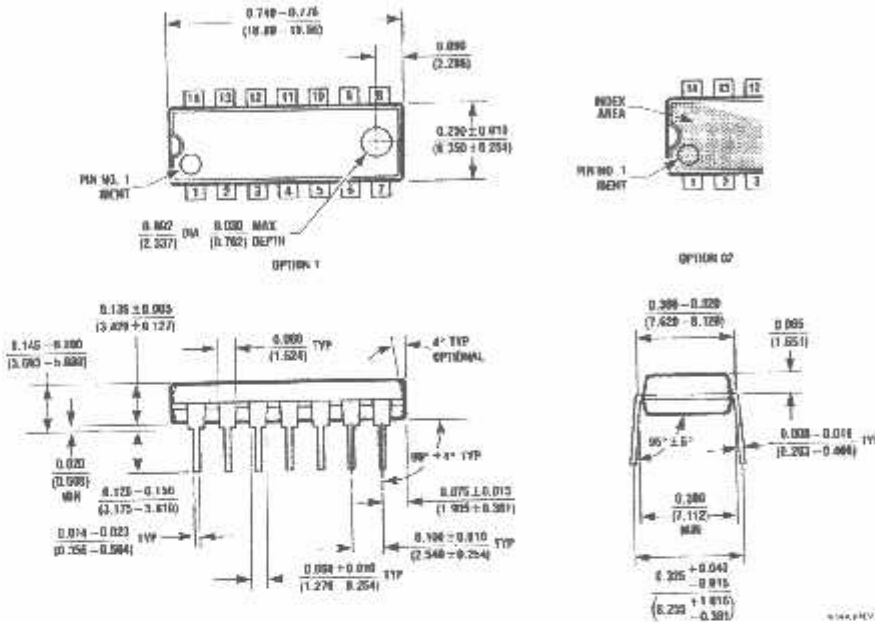
## Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



MTC14revD

14-Lead Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP), JEDEC MO-153, 4.4mm Wide  
Package Number MTC14

**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide  
Package Number N14A

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

**LIFE SUPPORT POLICY**

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

[www.fairchildsemi.com](http://www.fairchildsemi.com)

# **1W Output Amplifier of Potable Radios in Class B Push-pull Operation.**

- High total power dissipation. ( $P_T=625mW$ )
- High Collector Current. ( $I_C=-500mA$ )
- Complementary to SS9013
- Excellent  $h_{FE}$  linearity.



## **PNP Epitaxial Silicon Transistor**

**Absolute Maximum Ratings**  $T_a=25^{\circ}C$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Ratings	Units
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage	-40	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage	-20	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	-5	V
$I_C$	Collector Current	-500	A
$P_C$	Collector Power Dissipation	625	W
$T_J$	Junction Temperature	150	$^{\circ}C$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-55 ~ 150	$^{\circ}C$

## **Electrical Characteristics** $T_a=25^{\circ}C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
$BV_{CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = -100\mu A, I_E = 0$	-40			V
$BV_{CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = -1mA, I_B = 0$	-20			V
$BV_{EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = -100\mu A, I_C = 0$	-5			V
$I_{CBO}$	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = -25V, I_E = 0$			-100	nA
$I_{EBO}$	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = -3V, I_C = 0$			-100	nA
$h_{FE1}$	DC Current Gain	$V_{CE} = -1V, I_C = 50mA$	64	120	202	
$h_{FE2}$		$V_{CE} = -1V, I_C = -500mA$	40	90		
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -500mA, I_B = -50mA$		-0.18	-0.6	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -500mA, I_B = -50mA$		-0.95	-1.2	V
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE} = -1V, I_C = -10mA$	-0.6	-0.67	-0.7	V

## **$h_{FE}$ Classification**

Classification	D	E	F	G	H
$h_{FE1}$	64 ~ 91	78 ~ 112	96 ~ 135	112 ~ 165	144 ~ 202

# Typical Characteristics

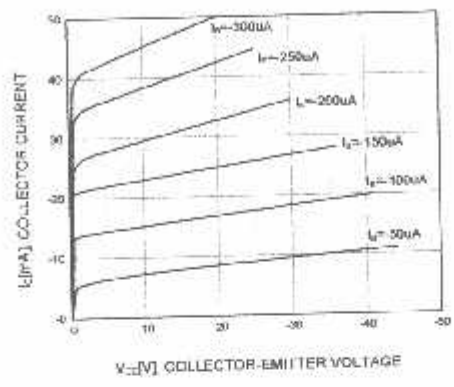


Figure 1. Static Characteristic

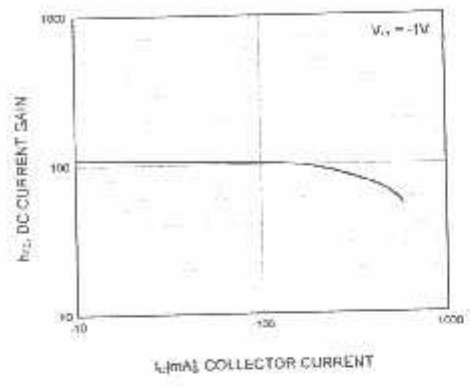


Figure 2. DC current Gain

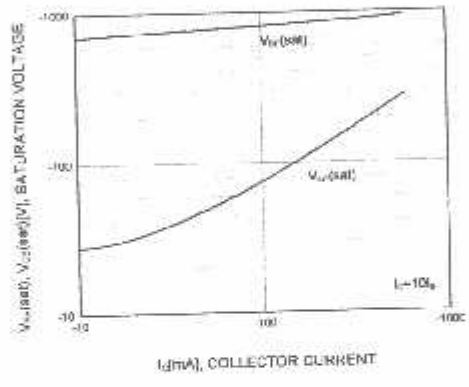


Figure 3. Base-Emitter Saturation Voltage  
Collector-Emitter Saturation Voltage

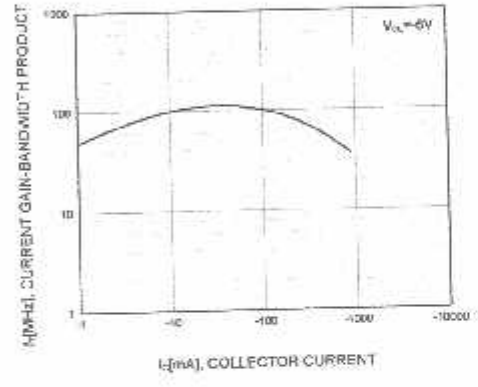
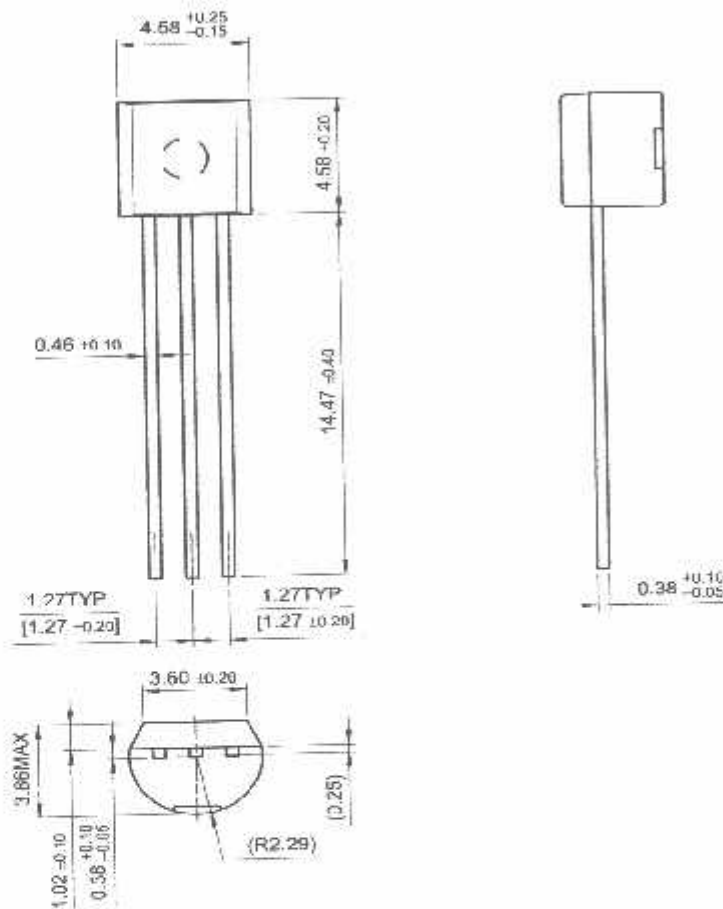


Figure 4. Current Gain Bandwidth Product

Package Dimensions

SS9012

TO-92



Dimensions in Millimeters

## TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE <sup>TM</sup>	FAST <sup>®</sup>	OPTOPLANAR <sup>TM</sup>	STAR*POWER <sup>TM</sup>
Bottomless <sup>TM</sup>	FAST <sup>TM</sup>	PACMAN <sup>TM</sup>	Stealth <sup>TM</sup>
CoolFET <sup>TM</sup>	FRFET <sup>TM</sup>	POP <sup>TM</sup>	SuperSOT <sup>TM</sup> -3
CROSSVOLT <sup>TM</sup>	GlobalOptoisolator <sup>TM</sup>	Power247 <sup>TM</sup>	SuperSOT <sup>TM</sup> -8
DenseTrench <sup>TM</sup>	GTO <sup>TM</sup>	PowerTrench <sup>®</sup>	SuperSOT <sup>TM</sup> -8
DOVE <sup>TM</sup>	HiSeC <sup>TM</sup>	QFET <sup>TM</sup>	SyncFET <sup>TM</sup>
EcoSPARK <sup>TM</sup>	ISOPLANAR <sup>TM</sup>	QS <sup>TM</sup>	TruTranslation <sup>TM</sup>
E <sup>2</sup> CMOS <sup>TM</sup>	LittleFET <sup>TM</sup>	QT Optoelectronics <sup>TM</sup>	TinyLogic <sup>TM</sup>
EnSigna <sup>TM</sup>	MicroFET <sup>TM</sup>	Quiet Series <sup>TM</sup>	UHC <sup>TM</sup>
FACT <sup>TM</sup>	MICROWIRE <sup>TM</sup>	SLIENT SWITCHER <sup>®</sup>	UltraFET <sup>®</sup>
FACT Quiet Series <sup>TM</sup>	OPTOLOGIC <sup>TM</sup>	SMART START <sup>TM</sup>	VCX <sup>TM</sup>

STAR\*POWER is used under license

## DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

## LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

## PRODUCT STATUS DEFINITIONS

### Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.





1W OUTPUT AMPLIFIER  
OF PORTABLE RADIOS IN CLASS  
B PUSH-PULL OPERATION

- High total power dissipation (PT=625mW)
- High Collector Current ( $I_C=500\text{mA}$ )
- Excellent  $h_{FE}$  linearity.



TO - 92

CLASSIFICATION  $h_{FE}$  (1)

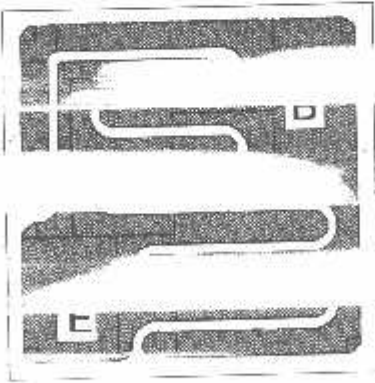
Classification	D	E	F	G	H
$h_{FE}$ (1)	64-91	78-112	96-135	112-166	144-202

Maximum Ratings (Ta=25°C)

Symbol	Parameter	Rating	Units
$V_{CB0}$	Collector-Base Voltage	40	V
$V_{CE0}$	Collector-Emitter Voltage	5	V
$V_{EB0}$	Emitter-Base Voltage	500	mA
$I_C$	Collector Current	625	mW
$P_C$	Collector Dissipation	0	°C
$T_{stg}$	Storage Temperature	-55 + 150	°C

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
$BV_{CB0}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 100\mu\text{A}, I_E = 0$	40			V
		$V_{CE} = 5\text{V}, I_B = 0$	20			V
$BV_{EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 100\mu\text{A}, I_C = 0$	5			V
$I_{CB0}$	Collector Cutoff Current	$V_{EB} = 3\text{V}, I_C = 0$			100	nA
$I_{EB0}$	Emitter Cutoff Current	$V_{CE} = 1\text{V}, I_C = 50\text{mA}$	64	120	202	
$h_{FE1}$	DC Current Gain			120		
					1.6	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 500\text{mA}, I_B = 50\text{mA}$		0.91	1.2	V

Die Location



- DIE SIZE 495 X 495  $\mu\text{m}$
- DIE THICKNESS Typ 470  $\mu\text{m}$
- Emitter 85 x 114  $\mu\text{m}$
- Base 85 x 154  $\mu\text{m}$

## 2W Output Amplifier of Portable Radios in Class B Push-pull Operation.

- Complimentary to SS8550
- Collector Current:  $I_C=1.5A$
- Collector Power Dissipation:  $P_C=2W$  ( $T_C=25^\circ C$ )

1 TO-92  
1. Emitter 2. Base 3. Collector

## NPN Epitaxial Silicon Transistor

**Absolute Maximum Ratings**  $T_a=25^\circ C$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Ratings	Units
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage	40	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage	25	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	6	V
$I_C$	Collector Current	1.5	A
$P_C$	Collector Power Dissipation	1	W
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ C$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ C$

**Electrical Characteristics**  $T_a=25^\circ C$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
$V_{CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C=100\mu A, I_E=0$	40			V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C=2mA, I_B=0$	25			V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E=100\mu A, I_C=0$	6			V
$I_{CBO}$	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=35V, I_E=0$			100	nA
$I_{EBO}$	Emitter Cut-off Current	$V_{EB}=6V, I_C=0$			100	nA
$h_{FE1}$	DC Current Gain	$V_{CE}=1V, I_C=5mA$	45	135		
$h_{FE2}$		$V_{CE}=1V, I_C=100mA$	85	160	300	
$h_{FE3}$		$V_{CE}=1V, I_C=800mA$	40	110		
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=800mA, I_B=80mA$		0.28	0.5	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=800mA, I_B=80mA$		0.98	1.2	V
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=1V, I_C=10mA$		0.66	1	V
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CB}=10V, I_E=0$ $f=1MHz$		9.0		pF
$f_T$	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=10V, I_C=50mA$	100	190		MHz

## $h_{FE}$ Classification

Classification	B	C	D
$h_{FE2}$	85 ~ 160	120 ~ 200	160 ~ 300

# Typical Characteristics

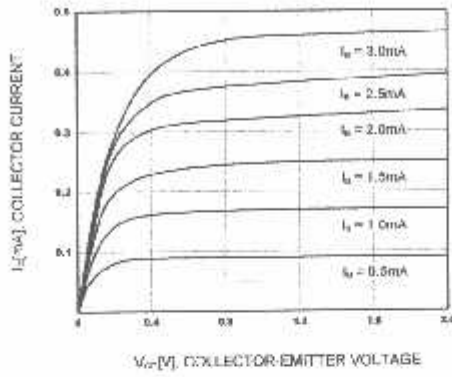


Figure 1. Static Characteristic

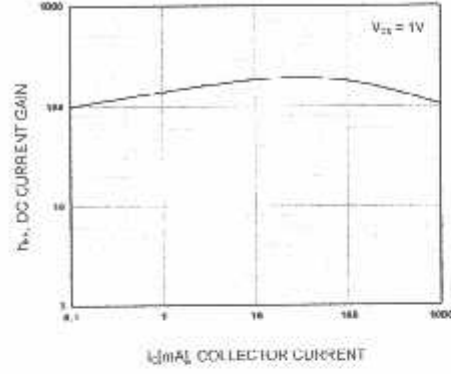


Figure 2. DC current Gain

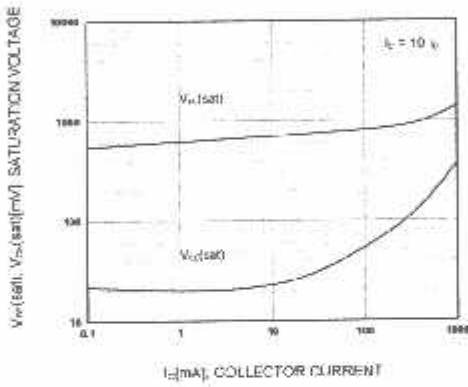
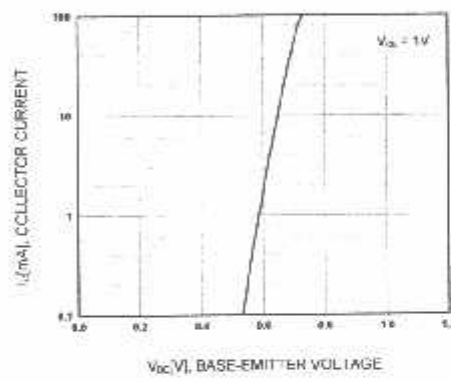
Figure 3. Base-Emitter Saturation Voltage  
Collector-Emitter Saturation Voltage

Figure 4. Base-Emitter On Voltage

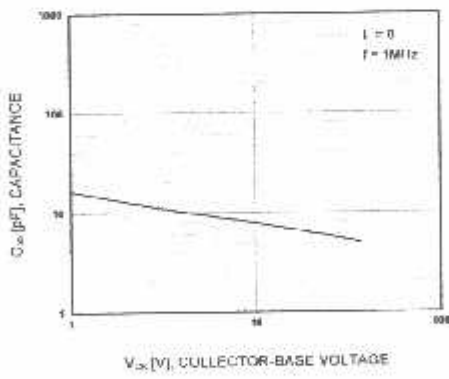


Figure 5. Collector Output Capacitance

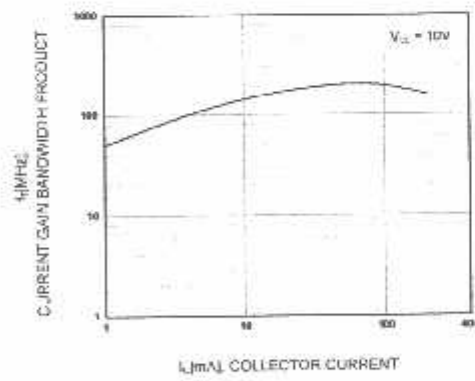
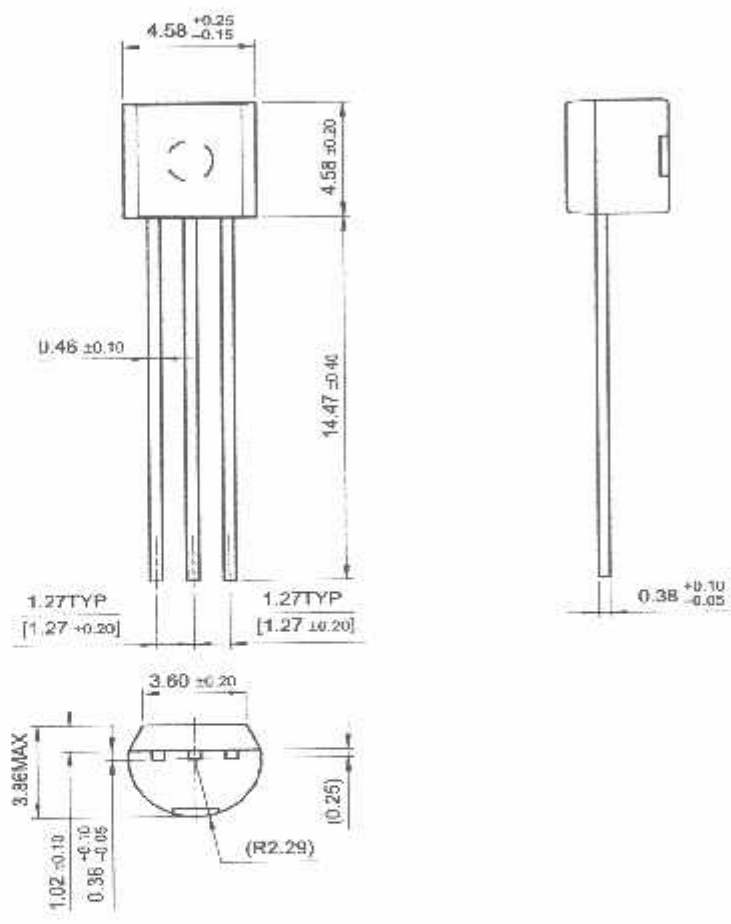


Figure 6. Current Gain Bandwidth Product

Package Demensions

SS8050

TO-92



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FAST®	OPTOPLANAR™	STAR*POWER™
Bottomless™	FASTr™	PACMAN™	Stealth™
CoolFET™	FRFET™	POP™	SuperSOT™-3
CROSSVOLT™	GlobalOptoisolator™	Power247™	SuperSOT™-6
DenseTrench™	GTO™	PowerTrench®	SuperSOT™-8
DOME™	HiSeC™	QFET™	SyncFET™
EcoSPARK™	ISOPLANAR™	QS™	TruTranslation™
E <sup>2</sup> CMOS™	LittleFET™	QT Optoelectronics™	TinyLogic™
EnSigna™	MicroFET™	Quiet Series™	UHC™
FACT™	MICROWIRE™	SLIENT SWITCHER®	UltraFET®
FACT Quiet Series™	OPTOLOGIC™	SMART START™	VCX™

STAR\*POWER is used under license

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which: (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

## 2W Output Amplifier of Portable Radios in Class B Push-pull Operation.

- Complimentary to SS8050
- Collector Current:  $I_C = 1.5A$
- Collector Power Dissipation:  $P_C = 2W$  ( $T_C = 25^\circ C$ )



## PNP Epitaxial Silicon Transistor

### Absolute Maximum Ratings $T_a = 25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Ratings	Units
$V_{CB0}$	Collector-Base Voltage	-40	V
$V_{CE0}$	Collector-Emitter Voltage	-25	V
$V_{EB0}$	Emitter-Base Voltage	-6	V
$I_C$	Collector Current	-1.5	A
$P_C$	Collector Power Dissipation	1	W
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ C$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ C$

### Electrical Characteristics $T_a = 25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
$BV_{CB0}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = -100\mu A, I_E = 0$	-40			V
$BV_{CE0}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = -2mA, I_E = 0$	-25			V
$BV_{EB0}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = -100\mu A, I_C = 0$	-6			V
$I_{CB0}$	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = -35V, I_E = 0$			-100	nA
$I_{EB0}$	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = -6V, I_C = 0$			-100	nA
$h_{FE1}$	DC Current Gain	$V_{CE} = -1V, I_C = 5mA$	45	170		
$h_{FE2}$		$V_{CE} = -1V, I_C = -100mA$	85	160	300	
$h_{FE3}$		$V_{CE} = -1V, I_C = -800mA$	40	80		
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -800mA, I_E = -80mA$		-0.28	-0.5	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 800mA, I_E = -80mA$		-0.98	-1.2	V
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter on Voltage	$V_{CE} = -1V, I_C = -10mA$		-0.66	-1.0	V
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CB} = -10V, I_E = 0$ $f = 1MHz$		15		pF
$f_T$	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = -10V, I_C = -50mA$	100	200		MHz

### $h_{FE}$ Classification

Classification	B	C	D
$h_{FE2}$	85 ~ 160	120 ~ 200	160 ~ 300

# Typical Characteristics

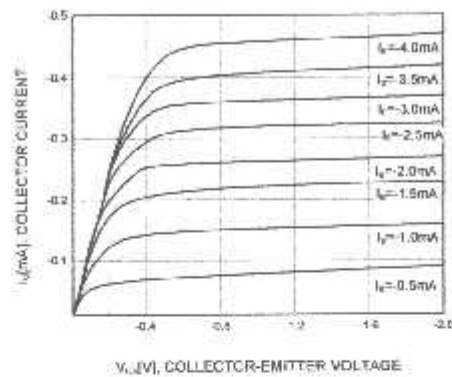


Figure 1. Static Characteristic

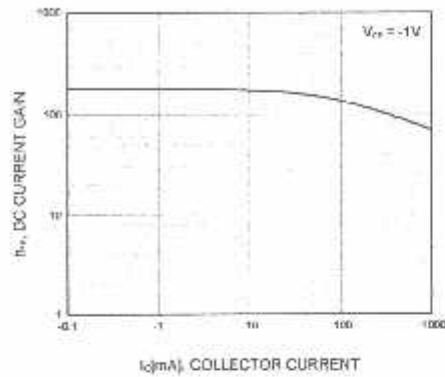


Figure 2. DC current Gain

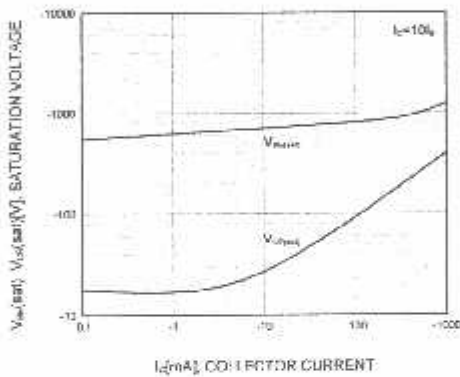


Figure 3. Base-Emitter Saturation Voltage  
Collector-Emitter Saturation Voltage

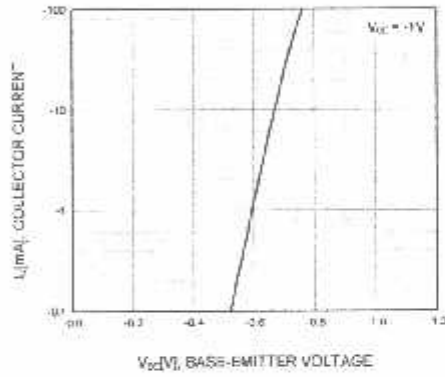


Figure 4. Base-Emitter On Voltage

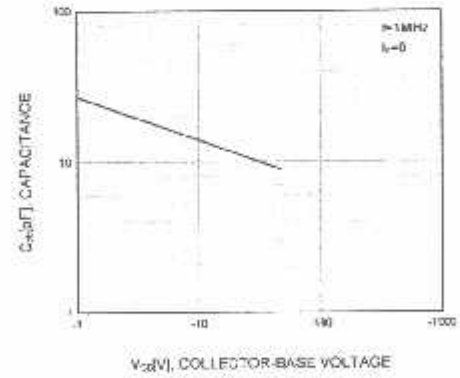


Figure 5. Collector Output Capacitance

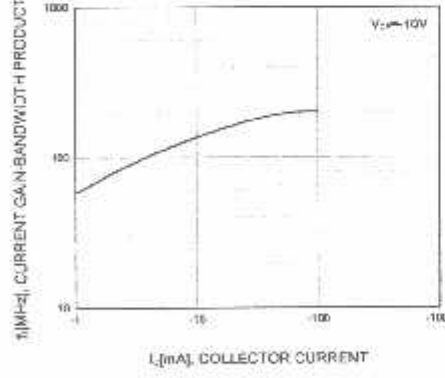
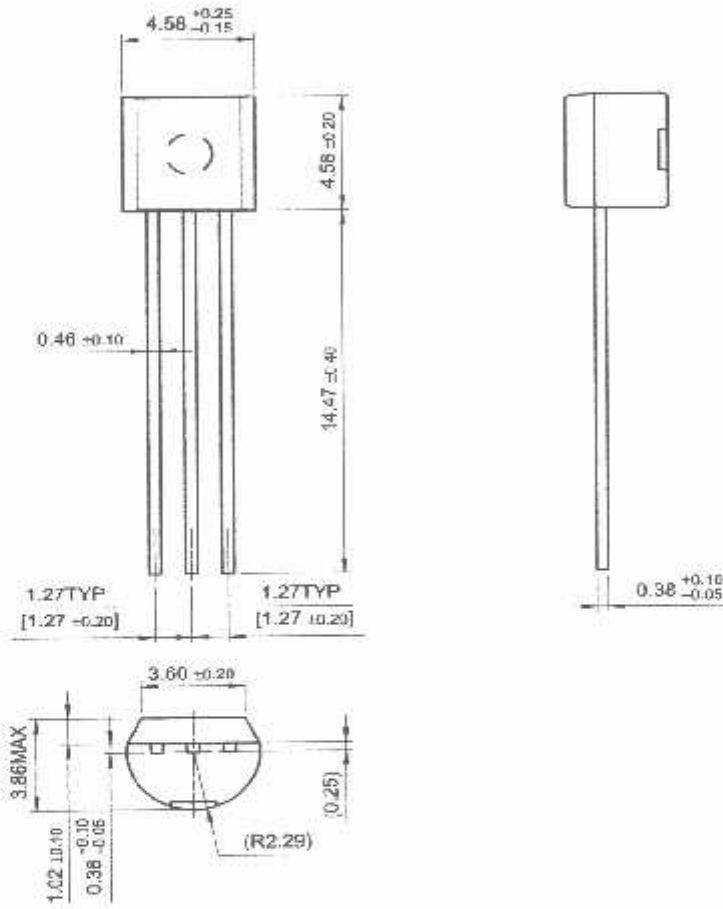


Figure 6. Current Gain Bandwidth Product

# Package Dimensions

SS8550

## TO-92



Dimensions in Millimeters



**TRADEMARKS**

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE <sub>x</sub> ™	FAST®	OPTOPLANAR™	STAR*POWER™
Bottomless™	FASTr™	PACMAN™	Stealth™
CoolFET™	FRFET™	POP™	SuperSOT™.3
CROSSVOLT™	GlobalOptoisolator™	Power247™	SuperSOT™.6
DenseTrench™	GTO™	PowerTrench®	SuperSOT™.8
DOVE™	HiSeC™	QFET™	SyncFET™
EcoSPARK™	ISOPLANAR™	QS™	TruTranslation™
E <sup>2</sup> CMOS™	LittleFET™	QT Optoelectronics™	TinyLogic™
EnSigna™	MicroFET™	Quiet Series™	UHC™
FACT™	MICROWIRE™	SLIENT SWITCHER®	UltraFET®
FACT Quiet Series™	OPTOLOGIC™	SMART START™	VCM™

STAR\*POWER is used under license

**DISCLAIMER**

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

**LIFE SUPPORT POLICY**

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

**PRODUCT STATUS DEFINITIONS**

**Definition of Terms**

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.